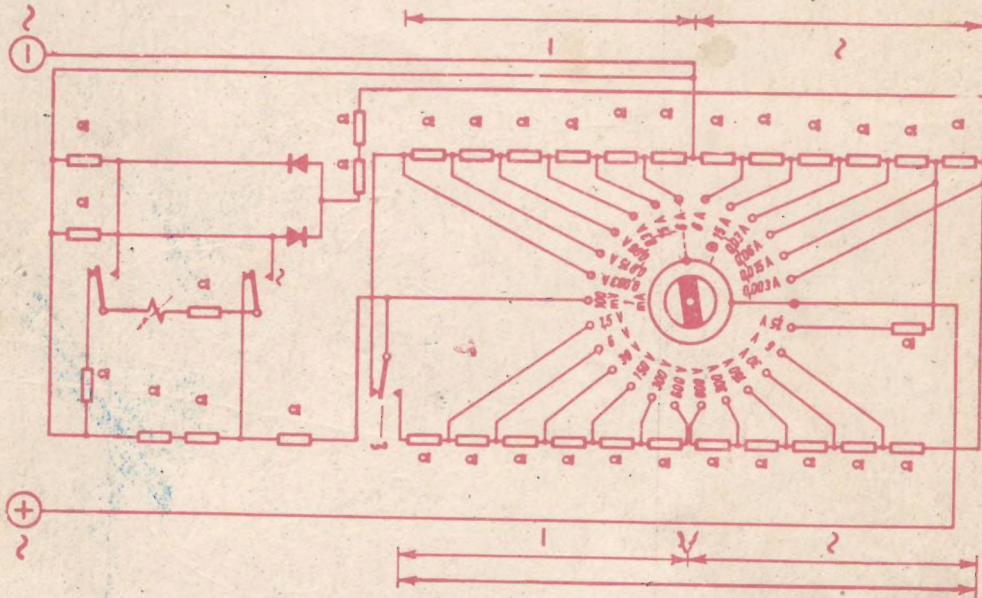


أجهزة ومعدات كهربية

لطلبة الصف الثاني بالمدارس الثانوية الصناعية
نظام السنوات الثلاث
شعبة إصلاح وصيانة المعدات الكهربائية



تأليف

مهندس / محمود حنوت د. مهندس / عبد الباري مهدى مهندس / محمد رضا بلال

مراجعة

د. مهندس / بسيوني محمد البرادعي

حقوق الطبع محفوظة للوزارة

طبعة ١٩٩٣ - ١٩٩٤ م

جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
قطاع الكتب

أجهزة ومعدات كهربية

لطلبة الصف الثانى بالمدارس الثانوية الصناعية
نظام السنوات الثلاث
شعبة إصلاح وصيانة المعدات الكهربية

تأليف

مهندس / محمود حنوت د. مهندس / عبد البارى مهدى مهندس / محمد رضا بلال

مراجعة

د. مهندس / بسيونى محمد البرادعى

حقوق الطبع محفوظة للوزارة

طبعة ١٩٩٣ - ١٩٩٤م

بسم الله الرحمن الرحيم
الحمد لله الذي هدانا لهذا
ما كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله

تسبيح ربه تعالى في كل وقت

قوله تعالى
سبحان الله وبحمده
قوله تعالى
سبحان الله وبحمده

الحمد لله الذي هدانا لهذا
ما كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله

الحمد لله الذي هدانا لهذا

الحمد لله الذي هدانا لهذا

الحمد لله الذي هدانا لهذا

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

أصبحت القياسات الكهربائية على جانب كبير من الأهمية نتيجة للتقدم الهائل في مختلف المجالات فأستخدام الكهرباء على نطاق واسع في مجالات الصناعة والزراعة والنقل والطب وغيرها . يحتاج الى وسائل قياس كهربائية متطورة باستمرار .

وتتطلب اجهزة القياس دراسة كافية لمن يقوم بها حتى يكون على المام تام بأنواعها وطرق تشغيلها واختبارها .

ويحتوى هذا الكتاب لطلبة الصف الثانى شعبة اصلاح وصيانة المعدات الكهربائية على بعض الاجهزة والمعدات المعينة والمساعدة التى تستخدم فى القياسات الكهربائية .

وقد راعينا عند دراسة هذه الاجهزة والمعدات ان تكون مطابقة لما هو مستعمل فى الحياة العملية مع توضيح تركيبها ونظريات التشغيل بها وطريقة توصيلها فى الدوائر الكهربائية .

ونرجو أن يوفقنا الله لخدمة اعزائنا الطلبة .
والله ولى التوفيق ...

المراجع

المؤلفون

المنهج

الصف : الثانى

المادة : أجهزة ومعدات

الصناعة : اصلاح وصيانة المعدات الكهربائية

عدد الحصص اسبوعيا : حصة واحدة

رقم الصفحة

المحتويات

- الموضوع

١ - انواع اجهزة القياس من حيث البيان :

- ١ - ١ الجهاز التناظرى - الجهاز الرقمى - الفرق بينهما .
- ١ - ٢ التسجيل الزمنى للقراءة .

٢ - الخطأ :

- ٢ - ١ الخطأ المطلق - الخطأ النسبى - دقة الجهاز .
- ٢ - ٢ الرموز الدالة على دقة القراءة المدونة على الاجهزة .

٣ - آلية الحركة فى جهاز القياس :

- ٣ - ١ جهاز القياس الحرارى - تركيبه - نظرية عمله - التدرج - المميزات والعيوب .
- ٣ - ٢ جهاز القياس ذو القلب المتحرك - تركيبه - نظرية عمله - التدرج - المميزات والعيوب .
- ٣ - ٣ جهاز القياس ذو الملف المتحرك - تركيبه - نظرية عمله - التدرج - المميزات والعيوب .
- ٣ - ٤ الجهاز الحثى - تركيبه - نظرية عمله - التدرج - المميزات والعيوب .
- ٣ - ٥ جهاز القياس الاستاتيكي - تركيبه - نظرية عمله - التدرج - المميزات والعيوب .

الباب الرابع : الاجهزة الكهربائية :

- ٤ - ١ الجلفانومتر - توصيله واستخدامه فى كوبرى ونيستون .
- ٤ - ٢ جهاز الأمبير متر - توصيله واستخدامه .
- ٤ - ٣ جهاز الفولت متر - توصيله واستخدامه .

- ٤ - ٤ جهاز الاومتر - توصيله واستخدامه .
- ٤ - ٥ جهاز الواتومتر توصيله واستخدامه .
- ٤ - ٦ جهاز الميجر - تركيبه - توصيله - استخدامه .
- ٤ - ٧ جهاز الافومتر - تركيبه - توصيله - استخدامه .
- ٤ - ٨ جهاز الامبير متر كماشة - تركيبه - استخدامه .
- ٤ - ٩ المجزىء والمضاعف .
- ٤ - ٩ - ١ مجزئات التيار واستخدامها فى مضاعفة مدى الامبير متر .
- ٤ - ٩ - ٢ مضاعفات الجهد واستخدامها فى مضاعفة مدى فرق الجهد .



الباب الأول

أنواع أجهزة القياس

يهدف هذا الباب إلى التعرف على :

(١ - ١) مقدمة عن أجهزة القياس والوحدات المستخدمة في القياس

(٢ - ١) تصنيف أجهزة القياس طبقاً لطرق إظهار القراءات

(٣ - ١) الخواص الأساسية لأجهزة القياس

(٤ - ١) ملخص لأهم عناصر الباب الأول

(٥ - ١) أسئلة للمراجعة

Handwritten text at the top of the page, possibly a title or header.

Handwritten text in the upper middle section of the page.

Handwritten text in the middle section of the page.

Handwritten text in the lower middle section of the page.

Handwritten text in the lower section of the page.

Handwritten text in the lower section of the page.

Handwritten text in the lower section of the page.

Handwritten text in the lower section of the page.

Handwritten text in the lower section of the page.

(١ - ١) مقدمة عن اجهزة القياس والوحدات المستخدمة فى القياس

من المعروف ان قياس اى كمية يعتمد أساسا على مقارنة هذه الكمية بكمية أخرى من نفس النوع وتكون مساوية لها فى المقدار . ويعبر عن مقدار هذا القياس برقم نسبى بالنسبة الى وحدة قياس معلومة .

ويفضل حاليا استخدام الوحدات الاساسية العملية الحديثة . الخاصة بالنظام الدولى المترى فى العلوم والصناعة والمجالات التقنية الاخرى . واتخذ المتر - الكيلو جرام - الثانية أساسا للنظام . وتتكون الوحدات الاساسية من ست وحدات هى :

١ - المتر لقياس الاطوال .

٢ - الكيلو جرام لقياس الكتلة .

٣ - الثانية لقياس الزمن .

٤ - الامبير لقياس التيار الكهربى .

٥ - الكلفن لقياس درجة الحرارة .

٦ - القنديلة (الشمعة) لقياس شدة الاضاءة .

ومن الوحدات الاساسية الست السابقة تشتق باقى الوحدات مثل :

النيوتن ، وحدة قياس القوة (النيوتن = كيلو جرام × متر / ثانية مربعة) .

الجول (الوات ثانية) ، وحدة قياس الطاقة (الجول = النيوتن × متر) .

الوات ، وحدة قياس القدرة (الوات = جول / ثانية) .

الكولوم ، وحدة قياس كمية الكهرباء (كولوم = امبير × ثانية) .

الفولت ، وحدة قياس الجهد الكهربائى (الفولت = الجول / الكولوم) .

الفاراد ، وحدة قياس السعة الكهربائية (الفاراد = الكولوم / الفولت) .

الأوم ، وحدة قياس المقاومة الكهربائية (الأوم = الفولت / الامبير) .

الوبر ، وحدة قياس الفيض (التدفق) المغناطيسى .

الهنرى ، وحدة قياس الحث الذاتى

الدرجة المئوية ، وحدة قياس فروق درجات الحرارة المئوية على اساس ان الدرجة صفر تقابل

درجة الحرارة ٢٧٣,١٦ كلفن .

اليومن ، الفيض الضوئى المنبعث من مصدر ضوئى قوته قنديله واحده داخل زاوية مجسمة

مقدارها الوحدة .

الكلس ، وحدة قياس شدة الاستضاءة .

وتخضع كل المقادير الكهربائية والمغناطيسية مثل شدة التيار والضغط والقدرة والطاقة الكهربائية والتدفق المغناطيسي وغير ذلك من المقادير للقياسات الكهربائية .
وتقاس بأجهزة مناسبة ويوضح الجدول الآتي بعض الكميات الكهربائية ووحدة قياسها والجهاز المستخدم في قياسها ورمزه :

الكمية الكهربائية	وحدة القياس	الجهاز المستخدم	رمز الجهاز
شدة التيار	أمبير	أمبيرومتر	(A)
الضغط	فولت	فولتمتر	(V)
القدرة	وات	واتمتر	(W)
الطاقة	كيلووات / ساعة	جهاز قياس كيلووات / ساعة (عداد)	(KWH)
كمية الكهرباء	أمبير . ساعة	جهاز قياس الأمبير ساعة	(Ah)
معامل القدرة		جهاز قياس معامل القدرة	($\cos \phi$)
التردد	هرتز (ذبذبة / ثانية)	جهاز قياس التردد	(HZ)
المقاومة	أوم	أوميمتر	(Ω)
معامل الحث	هنرى	جهاز قياس معامل الحث	(H)
السعة	فاراد	جهاز قياس السعة	(F)

بالإضافة الى هذا تتصف القياسات الكهربائية بالمقارنة مع انواع القياس الاخرى بحساسية أعلى ودقة أكبر ، كما انها تتصف بالبساطة ولهذا السبب يتم استخدامها على نطاق واسع لقياس المقادير الفيزيائية (مثل قياسات درجة الحرارة والضغط والضوء والسرعة وغيرها) ولهذا الفرض يحول المقدار غير الكهربائي المراد قياسه الى مقدار كهربائي متناسب معه بواسطة وسيلة مناسبة وبعد ذلك يقاس المقدار الكهربائي بأحد أجهزة القياس الكهربائية ومثل هذه الطرق تسمى بالقياسات الكهربائية للمقادير غير الكهربائية . وباستعمال طرق القياس الكهربائي يمكننا نقل قراءات الاجهزة الى مسافات بعيدة (القياس عن بعد) وكذلك القيام بعمليات القياس فى الاماكن التى يصعب او يستحيل الوصول إليها (الأقمار الصناعية على سبيل المثال) وبواسطة القياس الكهربائي يمكننا ايضا تحقيق تأثير مباشر من جانب جهاز القياس على الآلات والاجهزة الانتاجية (التحكم الاتوماتيكي) وتنفيذ عمليات رياضية على المقادير الجارى قياسها بصورة

اتوماتيكية او تسجيل العمليات الجارى مراقبتها او غير ذلك من العمليات الاخرى . ولهذا تعتبر القياسات الكهربائية احدى اسس التحكم الاوتوماتيكي فى العمليات الصناعية .
وقد ادى تطوير آليات القياس الكهربائى بالاجهزة الالكترونية واجهزة اشباه الموصلات الى اتساع امكانيات القياس الكهربائى اتساعا كبيراً ، كما ان امكانيات التكبير جعلت اجهزة القياس جامعة الاغراض . فعلى سبيل المثال يستطيع المشتغلون بعلم الفلك قياس درجات حرارة سطوح النجوم بطرق كهربائية وبمساعدة الخلايا الضوئية ، كما يستطيع الجيولوجيون اجراء البحث عن الخامات بطرق مغناطيسية من الطائرة . اما المشتغلون بعلم الزراعة فيستطيعون تعيين احتياجات التربة لانواع الاسمدة المختلفة واختيار الانسب منها .

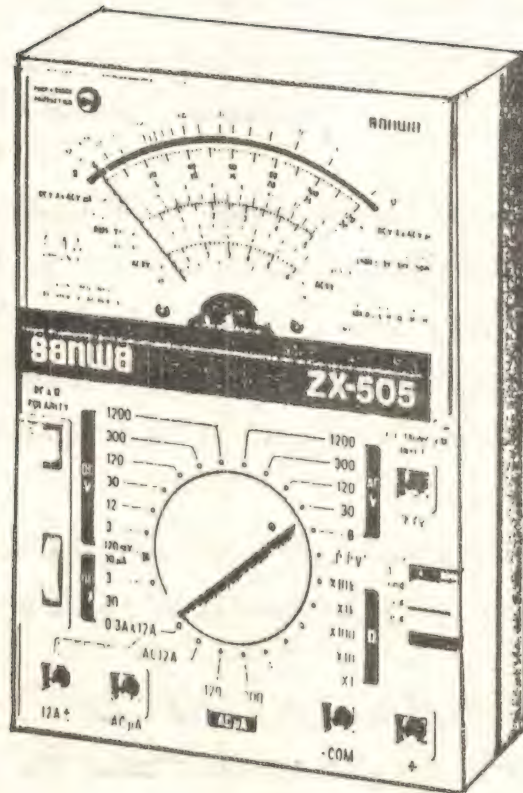
تصنيف اجهزة القياس طبقا لطرق اظهار القراءات :

يمكن تصنيف اجهزة القياس تبعاً لطرق اظهار القراءات الى أربعة انواع رئيسية هي :-

- ١ - اجهزة بيان .
- ٢ - اجهزة تسجيل .
- ٣ - اجهزة تكامل .
- ٤ - اجهزة رقمية .

١ - اجهزة البيان :

وهى اجهزة قياس تبين او توضح قيمة الكمية المجهولة بواسطة مؤشر ، وهذا المؤشر يتحرك امام لوحة تدريج ثابتة تحت تأثير الكمية المجهولة ومثال لهذه الاجهزة الامبيرميتر والفولتميتر والامميتر والواتميتر ... الخ وشكل (١ - ١) يوضح احد اجهزة البيان .



شكل (١ - ١)

أحد اجهزة البيان
(الافوميتر)

مميزات أجهزة البيان :

- ١ - بسيطة التركيب .
- ٢ - رخيصة الثمن .
- ٣ - سريعة فى تعيين الكمية المجهولة .

٢ - أجهزة التسجيل :

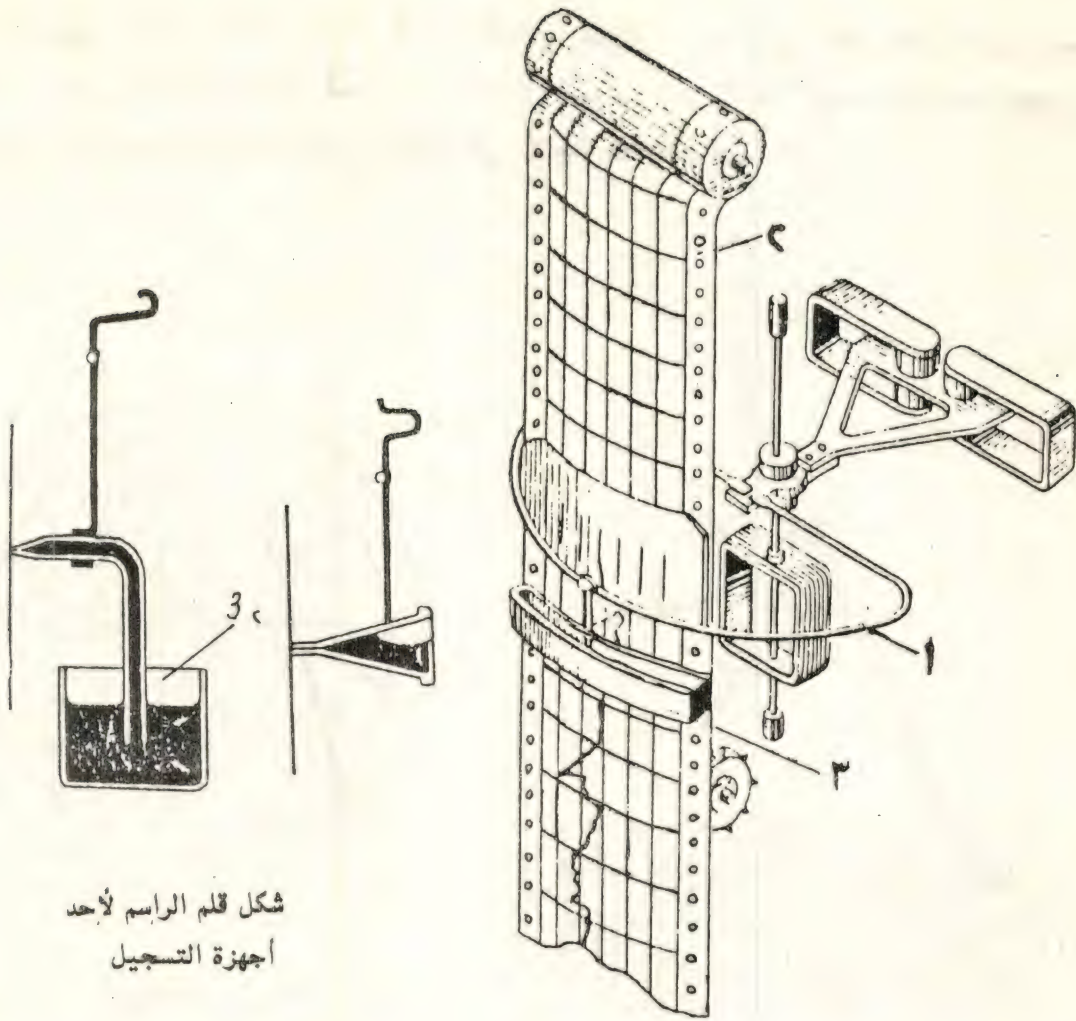
تستخدم أجهزة القياس المسجلة عند الحاجة لوجود تسجيل دائم لكيفية تغير الكمية المجهولة المراد قياسها مع الزمن ويوجد العديد من التصميمات والأجهزة التى تلائم الأغراض المختلفة فهناك أنواع من الأمبيرمترات والفولتميترات أو الواتمترات وعدادات الطاقة مزودة بوسائل مساعدة للتسجيل .

وتتكون أجهزة القياس المسجلة من أجهزة قياس بيانية عادية ، أضيفت إليها أدوات مساعدة وملحقات تقوم بعملية التسجيل . وفيها استبدلت بالمؤشر والتدريج ذراع خفيفة تحمل الراسم كما هو مبين بشكل (١ - ٢) ويتكون الراسم فى معظم الأحيان من قلم حبر يملأ اتوماتيكيا ويتكون من أنبوبة شعرية ، أحد أطرافها مغمور فى وعاء للحبر وطرفها الآخر مشى ومدبب على هيئة قلم كما هو مبين بشكل (١ - ٣) وعندما ينحرف الجزء المتحرك لجهاز القياس ليبين القيمة فإنه يدفع القلم الحبر بدلا من المؤشر ليرسم على ورقة مقسمة بشكل معين رسما بيانيا لكيفية التغير بها قيم الكمية المراد قياسها مع الزمن بصفة مستمرة وتؤدي الخاصية الشعرية إلى دفع الحبر إلى السن المدبب للقلم بصفة مستمرة .

ولسحب الورقة المقسمة بانتظام وبمعدل ثابت بالنسبة للزمن أمام الراسم ، تلف الورقة على عمود دوران حر أعلى الراسم ثم تسحب بانتظام لتلف على عمود دوران آخر أسفل الراسم ويدار العمود الأخير بواسطة محرك تزامنى صغير وتوجد على الورقة المقسمة خطوط رأسية . تبين أحدهما (الخطوط الطولية مثلا) الفترة الزمنية المراد إجراء القياس عندها وتبين الخطوط الأخرى (الخطوط العرضية) قيمة الكمية المراد قياسها هناك .

كما توجد أوراق مقسمة تقسيما دائريا تستخدم لنفس الغرض وتتميز برخص ثمنها وقلة تكاليف تصنيع الأدوات المساعدة اللازمة لدفعها كما هو مبين بالشكل رقم (١ - ٤) .

ويراعى ألا تتدخل عمليات التسجيل أو الأدوات المساعدة فى دقة أداء جهاز القياس نفسه لذلك تحتاج أجهزة القياس المسجلة إلى عزم دوران أكبر بكثير من عزم الدوران العادى للتغلب على قوى الاحتكاك الزائد ، عند الراسم على الورقة المقسمة .



شكل قلم الراس لأحد
أجهزة التسجيل

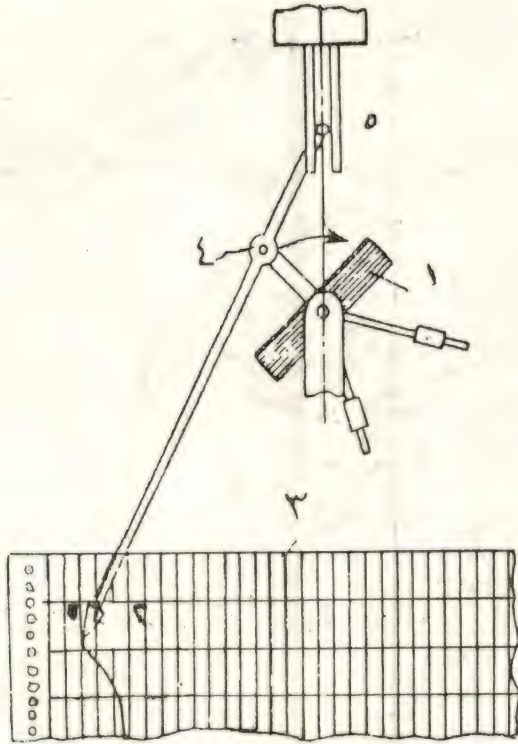
أحد أجهزة التسجيل

شكل (١-٢) (١-٣)

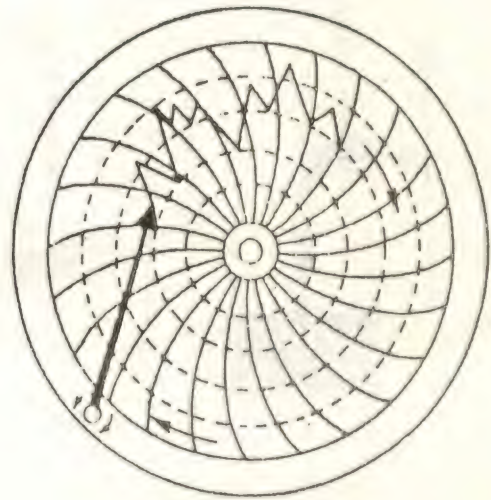
كما أن زيادة وزن الراس عن وزن المؤشر يتطلب زيادة عزم التسكين (عزم التخميد) في الجهاز ويستخدم في هذه الحالة مغناطيسيان قويان بدلا من مغناطيس واحد يدور بداخلهما قرص من الألومنيوم مثبت بالجزء المتحرك . أو تستخدم أسطوانة مسدودة من أحد طرفيها ومملوءة بسائل له لزوجة مناسبة .

ويتحرك بداخل الاسطوانة كباس مثبت بالجزء المتحرك للجهاز ويبين شكل (١-٥) كيفية إجراء عملية التسجيل بطريقة مبسطة ، إذ يحمل عمود دوران الجزء المتحرك في الجهاز القياسى (١) رافعة مفصلية مركب بها المؤشر (٤) . ويتحرك الطرف العلوى للمؤشر داخل فجوة محصورة

بين قضيبين متوازيين (٥) ويحمل الطرف السفلى للمؤشر الراسم الحبر الذى يتحرك فى مستوى أفقى . وعلى ذلك يقوم القلم الحبر برسم الشكل البيانى على الورقة المقسمة بالنسبة للمحورين السينى والصادى وذلك عندما تتحرك الورقة فى الاتجاه العمودى الى أسفل .



كيفية عملية التسجيل
بطريقة مبسطة .



أجهزة التسجيل ذات
الورق البيانى الدائرى

شكل (١-٤) (١-٥)

٣ - أجهزة تكاملية :

وهى أجهزة تعطى مجموع الطاقة الكهربائية أو كمية الكهرباء المستهلكة خلال فترة زمنية معينة كما فى عدادات الطاقة الكهربائية .
وتعتبر عدادات الطاقة الكهربائية من أهم الأجهزة التى يعتمد عليها عند المحاسبة على كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة وهى كما ذكرنا مثالا للأجهزة التكاملية أى أجهزة لتسجيل وتجمع (تجمل) كمية الطاقة المستهلكة فى فترة زمنية معينة وتعطى قيمتها عادة بالكيلووات ساعة .

٤ - أجهزة رقمية :

الأجهزة الرقمية هي أجهزة حديثة تخلو من عيوب الأجهزة المعتادة وتعطى نتيجة القياس بواسطة وحدات اظهار الكترونية وبشكل أرقام عددية يمكن قراءتها بسهولة كما فى الآلات الحاسبة أنظر شكل (١ - ٦) وشرح دوائر هذه الأجهزة خارج نطاق هذا الكتاب ولكن نذكر نبذة مختصرة عن وحدات الاظهار فهناك نوعان من وحدات الاظهار تستعمل على نطاق واسع فى الأجهزة الرقمية .

- النوع الأول : ويعتمد على تحويل الطاقة الكهربائية الى طاقة ضوئية وفى هذا النوع تتكون وحدة الاظهار من سبعة ثنائيات باعثة للضوء كل منها يشكل خط وبحيث يشكل الرقم \square .
- النوع الثانى : ويستعمل بلورات سائلة وهو لا يشع الضوء بل يؤثر على الضوء الساقط وتتكون وحدة الاظهار من سبع بلورات سائلة كل منها يشكل خط وبحيث يشكل الرقم \square .
وتمتاز الأجهزة الرقمية بسهولة الاستعمال وسهولة النقل من مكان لآخر كما أنها تتمتع بدرجة عالية من الدقة وهى تخلو من أخطاء العنصر البشرى التى تحدث عادة عند قراءة قيم مختلفة فى أجهزة القياس المعتادة (أجهزة البيان مثلا) .

- الخواص الأساسية لأجهزة القياس :

١ - الدقة :

أهم خاصية لأجهزة القياس هى الدقة . وهى تعرف باتفاق القيم المقاسة (المقروءة) بالجهاز مع القيم الحقيقية . والدقة تقاس عادة بدرجة الخطأ فى القياس (خ)
$$خ = ق - ح$$

حيث خ = الخطأ فى القياس ق = القراءة التى تم قياسها ح = القراءة الحقيقية
ويعاير عادة الجهاز من وقت لآخر لضبط دقته .

٢ - الحساسية :

تعرف حساسية الجهاز بأنها النسبة بين القيمة العظمى للانحراف والقيمة العظمى للكمية المقاسة

٣ - الادراك :

يعبر عن ادراكية جهاز القياس بأنها أقل قيمة يمكن لجهاز القياس قياسها فمثلا اذا كان عندنا جهاز فولتميتر مدرج الى ١٠٠ قسم وكان مدى الجهاز ٢٠٠ فولت وأقل جزء يمكن توضحيه على

مقياس هو جزء قسم فان أقل قيمة يمكن قياسها على هذا الجهاز هي ٢. فولت أى أن ادراكية هذا الجهاز هي ٢. فولت وفى حالة الأجهزة الرقمية فان ادراكية الجهاز هي أقل رقم عشرى يمكن أن يرى على شاشة الجهاز .

٤ - الكفاءة :

وهى تقاس بقراءة الجهاز الى القدرة التى يستهلكها الجهاز من القيم المقروءة ، تقاس عادة بـ فولت / وات أو أمبير / وات أى وحدة القياس / وات .

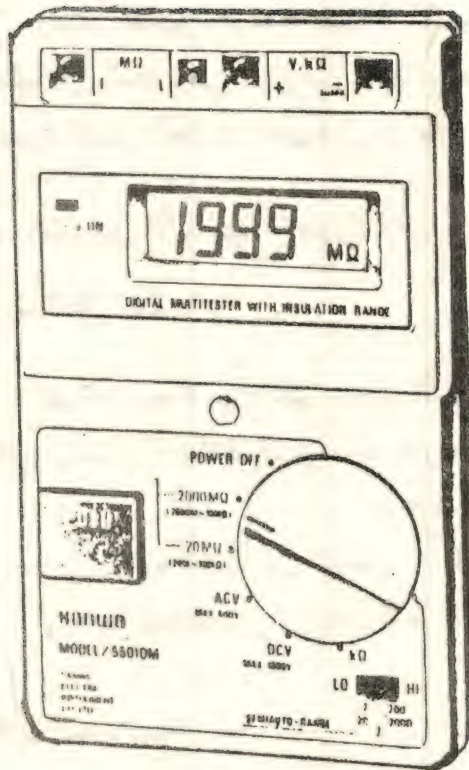
٥ - المدى والتدريج :

يُدرج الجهاز بتدريج قياس حسب الآتى :-

(أ) أقصى قيمة يمكن قراءتها

(ب) أقل قيمة يمكن قراءتها

(ج) ادراك الجهاز لأقل كمية



شكل الأجهزة الرقمية (الافوميتر)

شكل (١ - ٦)

ويمكن أن يكون التدريج خطيا وذلك من أقل قيمة الى أقصى قيمة ويتوفر ذلك فى الأنواع التى فيها يتناسب عزم الانحراف تناسباً طردياً (خطياً) مع الكمية أو يكون التدريج خطى وفى هذه الحالة يتناسب عزم الانحراف للجهاز تناسباً طردياً غير خطى مع الكمية المقاسة . وفى حالة الأجهزة الرقمية فإن اختيار مدى مناسب للقياس يعطى كفاءة أعلى وحساسية أكبر .

(١ - ٤) ملخص لأهم عناصر الباب الاول

- قياس اى كمية يعتمد اساسا على مقارنة هذه الكمية بكمية اخرى من نفس النوع .
- الوحدات الاساسية العملية الحديثة :
- المتر - الكيلو جرام - الثانية - الامبير - الكلفن - القنديله (الشمعه) .
- تصنيف الاجهزة تبعا لطريقة اظهار القراءة .
- أجهزة بيان : وهى أجهزة قياس تبين أو توضح قيمة الكمية المجهولة بواسطة مؤشر .
- أجهزة تسجيل : وهى أجهزة قياس تسجل الكمية المجهولة تسجيل دائم وتغيرها مع الزمن .
- أجهزة تكاملية : وهى أجهزة قياس تعطى مجموع الكمية المراد قياسها .
- أجهزة رقمية : وهى أجهزة قياس تعطى نتيجة القياس بواسطة وحدات اظهار الكترونية .

(١ - ٥) اسئلة للمراجعة

- ١ - اكمل العبارات الآتية بالكلمات المناسبة :
أ - الوات وحدة قياس ^{الطاقة الكهربائية} والفولت وحدة قياس ^{الجهد الكهربائي} والاموم وحدة قياس ^{التيار الكهربائي} والهنرى وحدة قياس ^{المقاومة الكهربائية}
ب - أجهزة البيان هى اجهزة قياس تبين قيمة الكمية المجهولة بواسطة ^{مؤشر}
ج - الأجهزة التكاملية هى اجهزة قياس تعطى ^{مجموع الكمية المراد قياسها}
٢ - ضع علامة (✓) أمام العبارات الصحيحة وعلامة (×) أمام العبارات الخطأ للعبارات الآتية :
أ - الوبر وحدة قياس السعة الكهربائية (×)
ب - الكولوم وحدة قياس كمية الكهرباء ✓
ج - جهاز الواتميتر يستخدم لقياس الطاقة ^{التيار الكهربائي} (×)
د - جهاز الثولتميتر يستخدم لقياس شدة التيار ✓
٣ - ما هى مزايا كل من أجهزة البيان والأجهزة الرقمية ؟

8

Handwritten text in Arabic script, likely a religious or historical document. The text is written in a cursive style and spans several lines across the top half of the page.

Handwritten text in Arabic script, continuing from the previous section. It appears to be a continuation of the same document.

Handwritten text in Arabic script, featuring some red ink markings or corrections. The text is dense and covers a significant portion of the middle section.

Handwritten text in Arabic script, concluding the main body of the document. It includes some final remarks or a signature area.

الباب الثانى

دقة أجهزة القياس

يهدف هذا الباب الى معرفة الآتى :

- (١ - ٢) الخطأ فى قراءة أجهزة القياس .
- (٢ - ٢) أنواع الخطأ فى قراءة أجهزة القياس .
- (٣ - ٢) دقة أجهزة القياس (دقة القياس) .
- (٤ - ٢) اسباب الاخطاء فى أجهزة القياس .
- (٥ - ٢) الرموز المستخدمه لأجهزة القياس .
- (٦ - ٢) ملخص لاهم عناصر الباب الثانى .
- (٧ - ٢) اسئلة للمراجعة .

(٢ - ١) الخطأ فى القراءة بأجهزة القياس

تقاس أية كمية بمقارنتها بكمية أخرى من نفس النوع ، تكون قد اختيرت كوحدة وهناك وحدات وأجهزة عيارية تستخدم لاختبار الاجهزة المعملية من مرتبة دقة ٠,١ ، ٠,٢ ، ٠,٥ ، وتحديد نسبة الخطأ فيها وتستخدم الاجهزة المعملية بالتالى لاختبار أجهزة القياس الصناعية من مرتبة دقة ١,٥ ، ٢,٥ ، ٥ .

وبذلك نجد انه توجد مجموعتان من اجهزة القياس بحسب مستوى الدقة المجموعة الاولى وهى الاجهزة عالية الدقة وتستخدم فى المعامل والاختبارات العلمية ويكون تقسيمها بحسب فئاتها ودقة القياس بها كالاتى :-

الفئة	٠,١	٠,٢	٠,٥
حدود الخطأ كنسبة مئوية	$\pm 0.1\%$	$\pm 0.2\%$	$\pm 0.5\%$
اما المجموعة الثانية وهى المستخدمة فى الصناعة وحدود الخطأ بها اكبر من المجموعة الاولى ويكون تقسيمها بحسب فئاتها ودقة القياس بها كالاتى :-			

الفئة	١	١,٥	٢,٥	٥
حدود الخطأ كنسبة مئوية	$\pm 1\%$	$\pm 1.5\%$	$\pm 2.5\%$	$\pm 5\%$
وتحدد دقة القياس بامكانيات الخطأ عند اجراء عمليات القياس ويجب الا يزيد هذا الخطأ عند القياس عن قيمة معينة ما .				

(٢ - ٢) انواع الخطأ فى قراءة اجهزة القياس :

يوجد فى اجهزة القياس الكهربائية عدة انواع من الاخطاء حسب التعبير العددي عنها وهى الخطأ المطلق والخطأ النسبى .

١ - الخطأ المطلق :

هو الفرق بين القيمة المقاسة التى يبينها جهاز القياس المراد اختباره (أ م) وبين القيمة الحقيقية (أ) التى يبينها جهاز القياس العيارى لنفس القيمة المقاسة ويرمز للخطأ المطلق بالرمز Δ أ

$$\text{الخطأ المطلق} = \text{القيمة المقاسة} - \text{القيمة الحقيقية}$$

(٢ - ١)

$$\Delta = A - M$$

وفى هذه الحالة تكون الاشارة مهمة فى تحديد ما اذا كان جهاز القياس تحت الاختبار يعطى خطأ فى قراءته بالزيادة او بالنقصان .

مثال (١)

إذا كانت قراءة جهاز امبير متر ٧ امبير والقيمة الحقيقية لشدة التيار ٦,٩ امبير احسب الخطأ المطلق لهذا الجهاز

الحل :

الخطأ المطلق = القيمة المقاسة - القيمة الحقيقية

$$\Delta A = A - M$$

$$= 7 - 6,9 = 0,1 \text{ امبير}$$

ونلاحظ من المثال السابق انه لكى تعين القيمة الحقيقية يجب ان نضيف للمقدار الجارى قياسه الخطأ المطلق بعلامة معكوسة (-Δ) ويطبق عليه مقدار تصحيح القراءة .

(٢ - ٢) الخطأ النسبى :

هو النسبة بين الخطأ المطلق وبين القيمة الحقيقية للكمية المقاسة مضروباً فى ١٠٠

$\text{الخطأ النسبى} = \frac{\text{القيمة المقاسة} - \text{القيمة الحقيقية}}{\text{القيمة الحقيقية}} \times 100$	أى أن
--	-------

$$= 100 \times \frac{A - M}{A} = 100 \times \frac{\Delta A}{A}$$

مثال (٢)

امبير متر تجارى اجريت معايرته بواسطة امبير متر معملى وعند اجراء الاختبار لقياس شدة التيار وجد أن قراءة الامبير متر التجارى ٤٠ امبير ، بينما كانت قراءة الامبير متر المعمل لقياس الكمية المقاسة ٤٠,٥ امبير (احسب الخطأ المطلق والخطأ النسبى لهذا الجهاز) .

الحل :

$$\text{الخطأ المطلق} = \Delta A = A - M = 40 - 40,5 = -0,5 \text{ امبير}$$

$$\begin{aligned} \text{الخطأ النسبى} &= \frac{A - M}{A} \times 100 = \frac{\Delta A}{A} \times 100 \\ &= \frac{-0,5}{40,5} \times 100 = -1,235\% \end{aligned}$$

(٢ - ٣) دقة أجهزة القياس (دقة القياس)

دقة القياس (دقة الجهاز) تقيم عادة بالخطأ النسبي لا بالخطأ المطلق .

$$\text{أى أن دقة الجهاز} = \text{الخطأ النسبي} = \frac{\text{القيمة المقاسة} - \text{القيمة الحقيقية}}{\text{القيمة الحقيقية}} = 100 \times \frac{\text{الخطأ المطلق}}{\text{القيمة الحقيقية}}$$

$$100 \times \frac{\Delta}{I} = 100 \times \frac{I_m - I}{I} =$$

وبما ان الفرق بين القيمة الحقيقية والقيمة المقاسة يكون صغيرا نسبيا فى العادة ففى معظم الحالات يمكننا اعتبار دقة الجهاز .

$\text{دقة الجهاز} = 100 \times \frac{\text{الخطأ المطلق}}{\text{القيمة المقاسة}}$
--

(٢ - ٤) أسباب الأخطاء فى أجهزة القياس :

تختلف دائما قراءة أى جهاز قياس - ولو بفرق طفيف - عن القيمة الحقيقية للكمية المقاسة ويرجع ذلك إلى بعض الأخطاء أو العيوب فى مكونات الجهاز وتنقسم أسباب الأخطاء المختلفة بأجهزة القياس الكهربائية إلى مجموعتين رئيسيتين هما :-
١ - أخطاء معروفة .
٢ - أخطاء عشوائية .

أولا الأخطاء المعروفة : وهى الأخطاء المعروفة الأسباب وتنقسم الى :-
أ - أخطاء ذاتية : وهو الخطأ النسبى فى قراءة الجهاز عندما يعمل تحت الظروف القياسية
ب - أخطاء خارجية : وهو الخطأ النسبى فى قراءة الجهاز عندما يعمل فى ظروف تشغيل تختلف عن الظروف القياسية .

ثانيا الأخطاء العشوائية : وهى أخطاء غير معروفة السبب وذلك لعوامل كثيرة تؤثر فيها من وقت لآخر . نذكر على سبيل المثال عند قياس تيار كهربى قيمته ١٥ أمبير فان هذه القيمة تتأرجح عند نفس ظروف القياس لنفس جهاز القياس ولذلك فان الجهاز يعاير لهذا الخطأ بأخذ عدد من القراءات واستنتاج المتوسط الحسابى ومنه يمكن تعيين معامل الخطأ .

مثال (٣)

فولتميتر مدى تدريجه ٢٠٠ فولت ومقدار الخطأ المدون عليه ١ % ماهى القيمة الحقيقية للقراءة عندما يشير المؤشر إلى ٤٠ فولت

$$\text{الخطأ} \pm 1\% = \pm \frac{1}{100} \times 200 = \pm 2 \text{ فولت}$$

تكون القراءة الحقيقية $40 \pm 2 = 38 - 42$ أى تتراوح ما بين 38 ، 42 فولت ومن هنا نلاحظ ان الخطأ فى القراءة يضاف أو يطرح إلى أى قراءة من المثال السابق يتضح لنا أن دقة القياس تعتمد على الاختيار الصحيح لمدى الجهاز بالتناسب مع القيمة المراد قياسها . لأنه من المثال السابق أنه بالرغم من أن مقدار الخطأ المدون على الجهاز هو 1% تجد أن مقدار الخطأ فى قياس 40 فولت بهذا الجهاز يصل الى $\frac{2}{40} \times 100 = 5\%$ وتزيد نسبة الخطأ كلما قلت القيمة وتقل نسبتها كلما قلت القيمة المراد قياسها عن مدى التدرج والعكس صحيح تقل نسبة الخطأ كلما اقتربت القيمة المراد قياسها من مدى التدرج أى كلما زادت قيمتها .

١ - أ - الأخطاء الذاتية : - وفيما يلى أهم أسباب حدوث هذه الأخطاء .

١ - خطأ الاحتكاك : يتناسب خطأ الاحتكاك تناسباً طردياً مع ثقل مجموعة الحركة وتناسباً عكسياً مع عزم التحكم ويعتمد خطأ الاحتكاك على جودة سطح التلامس للعقيق ولمحاور عمود الدوران ونظافتها ووضع عمود الدوران عند الاستخدام .

٢ - خطأ الإمالة وعدم التوازن : يزيد خطأ الإمالة بزيادة الخلوص المحورى لعمود الدوران . لأن زيادة الخلوص تؤدي الى عدم بقاء المحور فى منتصف سطح التلامس مع العقيق عند إمالة الجهاز .

كما أن عدم تماثل الأجزاء المتحركة بالنسبة لعمود الدوران تؤدي أيضا الى خطأ فى أجهزة القياس .

٣ - خطأ تدرج المقياس : قد يؤدي عدم الدقة فى رسم العلامات والتدرج على المقياس ، الى وجود خطأ فى قراءته .

٤ - خطأ تشوه الزنبرك أو ضعف المغناطيس الدائم : يجب أن تكون زنبركات أجهزة القياس خالية من التشوه (Deformation) والإجهادات التى تؤدي إلى عدم انتظام ودقة عزم التحكم . أما المغناطيسيات الدائمة فيجب إختيارها من الأنواع التى لا يحدث بها تغيرات فى خصائصها المغناطيسية على مر الزمن .

٥ - خطأ القراءة : من العوامل المؤثرة على خطة القراءة ، القارئ نفسه ، أو معدات القراءة (المقياس المؤشر " الخ) . ولتجنب خطأ القراءة يجب مراعاة الآتى : -

(أ) أن يكون خط الرؤية عموديا على المقياس .

(ب) أن يكون المؤشر أقرب ما يمكن للمقياس .

(ح) أن يكون شكل المؤشر وسمك نهايته ، بحيث يساعدان على أخذ القراءة بدقة .

(د) أن يكون طول المؤشر بحيث تصل نهايته الى نهاية العلامة القصيرة للتدريج وألا تزيد زيادة ملموسة على ذلك .

٦ - الخطأ الناشئ من وجود مجالات داخلية : هناك أخطاء تحدث بسبب تأثير المغناطيسيات الدائمة المركبة داخل أجهزة القياس ، ويمكن الوقاية من تأثير هذه المجالات ، باستخدام حجاب من الصلب ، وأن تكون زبركات التحكم مصنوعة من مواد غير مغناطيسية .

٧ - الأخطاء الخارجية :

- ١ - خطأ نتيجة للتغير في درجة الحرارة المحيطة .
- ٢ - خطأ نتيجة للتغير في التردد .
- ٣ - خطأ نتيجة للتغير في الجهد أو التيار .
- ٤ - خطأ نتيجة للمجالات الخارجية (مغناطيسية أو كهربائية) .

(٢ - ٥) رموز أجهزة القياس



توضع على أجهزة القياس عدة رموز توضح نوع الجهاز ، ونوع التيار الذي يعمل عليه ووضع تشغيل الجهاز وجهد الاختبار ودرجة الدقة ونوع الحماية والجداول الآتية توضح بعض هذه الرموز .
(أ) رموز خاصة لنوع منبع القدرة الذي يعمل عليها الجهاز ويوضح شكل رقم (٢ - ١) أهم

هذه الرموز




نوع ينبوع	الرمز
تيار مستمر	—
تيار متغير	~
تيار مستمر و تيار متغير	~
تيار متغير ذو ثلاثة أوجه بدائرة واحدة للتيار ودائرة واحدة للجهد	≡
تيار متغير ذو ثلاثة أوجه بدائرتين للتيار ودائرتين للجهد	≡
تيار متغير ذو ثلاثة أوجه بثلاث دوائر للتيار وثلاث دوائر للجهد	≡

شكل (٢ - ١) رموز أجهزة القياس الخاصة بنوع منبع القدرة

(ب) رموز خاصة بجهد اختبار العزل ويوضح الشكل رقم (٢ - ٢) أهم هذه الرموز

جهد اختبار العزل	الرمز	
٥٠٠ فولت		
يزيد على ٥٠٠ فولت (٢ ك ف مثلا)		
لا يجرى عليه اختبار عزل		


شكل (٢ - ٢) رموز خاصة بجهد اختبار عزل أجهزة القياس

وضع الجهاز	الرمز
لوحة بيانه رأسية	
لوحة بيانه أفقية	
لوحة بيانه مائلة على المستوى الأفقى بزواوية (٦٠ مثلا)	

(ج) رموز خاصة بالوضع
الذى يستخدمه الجهاز ويوضح
الشكل رقم (٢ - ٣) أهم هذه
الرموز .









شكل (٢ - ٢) رموز خاصة
بوضع أجهزة القياس

(د) رموز خاصة بمرتبة الدقة ويوضح الشكل رقم (٣ - ٤) أهم هذه الرموز

مرتبة الدقة	الرمز
مرتبة الدقة (١,٥ مثلا) حيث تكون الاخطاء النسوبة الى اقصى قيمة للمدى الفعال	١,٥
مرتبة الدقة (١,٥ مثلا) حيث تكون الاخطاء النسوبة الى الطول الكلى للتدرج	

شكل (٤ - ٢) رموز خاصة
بمرتبة دقة أجهزة القياس


(هـ) رموز خاصة بنوع الجهاز وملحقاته ويوضح الشكل (٥ - ٢) أهم هذه الرموز

الرمز	نوع الجهاز
	جهاز مغناطيس دائم وملف متحرك وعزم إعادة ميكانيكي
	جهاز مغناطيس دائم وملف متحرك وبدون عزم إعادة ميكانيكي (جهاز نسبي)
	جهاز مغناطيس دائم متحرك وعزم إعادة ميكانيكي
	جهاز مغناطيس دائم متحرك وبدون عزم إعادة ميكانيكي (جهاز نسبي)
	جهاز ذو قلب حديدي متحرك - لا استقطابي ويعزم إعادة ميكانيكي
	جهاز ذو قلب حديدي متحرك - لا استقطابي وبدون عزم إعادة ميكانيكي (جهاز نسبي)
	جهاز ذو قلب حديدي متحرك - ومغناطيس دائم (استقطابي) وعزم إعادة ميكانيكي
	جهاز كهروديناميكي بقلب هوائي وعزم إعادة ميكانيكي

شكل (٢ - ٥)

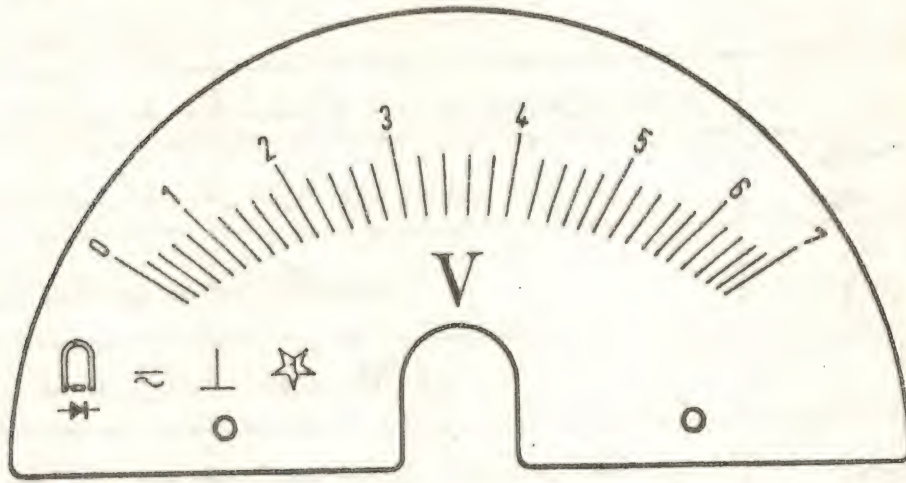
رموز خاصة لأنواع أجهزة القياس .

نوع الجهاز	الرمز
جهاز كهروديناميكي بقلب هوائي وعزم إعادة ميكانيكي	
جهاز كهروديناميكي بقلب هوائي وبدون عزم إعادة ميكانيكي (جهاز نسبي)	
جهاز كهروديناميكي بقلب حديدي وعزم إعادة ميكانيكي	
جهاز استنتاجي وعزم إعادة ميكانيكي	
جهاز استنتاجي مغناطيسي وبغزم إعادة ميكانيكي	
جهاز استنتاجي مغناطيسي وبدون عزم إعادة ميكانيكي	
جهاز حراري بسلك ساخن	
جهاز حراري بمزدوج حراري	
جهاز كهروستاتيكي	
جهاز ذو ريش مهتزة	
جهاز مزود بمزدوج حراري غير معزول	

الرمز	نوع الجهاز
	جهاز به موحد معدنى
	جهاز به صمام إلكترونى
	جهاز بمغناطيس دائم وملف متحرك ومزود بمزدوج حرارى معزول
	جهاز مغناطيسى دائم متحرك وبه موحد معدنى
	جهاز كهروستاتيكي به صمام إلكترونى
	جهاز به حماية من المجال الكهربى الخارجى
	جهاز بمغناطيس دائم وملف متحرك مزود بحماية من المجال المغناطيسى الخارجى
	جهاز كهروستاتيكي مزود بحماية من المجال الكهربى الخارجى
	توصيلة أرضى
	ضابط الصفر
	يرجع إلى النشرة الخاصة بالجهاز
	مقاومة متغيرة
	مقاومة ثابتة
	ملف إستنتاجى

تابع شكل (٢ - ٥)

(و) يبين الشكل (٢ - ٦) طريقة وضع الرموز على لوحة بيان وبتفسير الرموز الموجودة على لوحة بيان الجهاز نجد أن هذه الرموز تعنى أن هذا الجهاز من نوع الملف المتحرك ويعمل بموحد ويستعمل للتيارين المستمر والمتردد ويستعمل فى وضع رأسى وجهد الاختبار للعزل هو ١٠٠٠ فولت .



شكل (٢ - ٦) طريقة وضع الرموز على لوحة بيان جهاز القياس

وبتفسير الرموز الموجودة على لوحة البيان للجهاز المبين بالشكل رقم (٢ - ٦) بالاصطلاحات الموجودة بالجداول السابقة نجد أن هذه الرموز تعنى أن هذا الجهاز :-

- ١ - من نوع الملف المتحرك بموحد .
- ٢ - يستعمل للتيارين المستمر والمتردد .
- ٣ - يستعمل فى وضع رأسى
- ٤ - جهد اختبار العزل ١٠٠٠ فولت .

(٢ - ٦) ملخص لأهم عناصر الباب الثانى

الخطأ المطلق : هو الفرق بين القيمة المقاسة التى يبينها جهاز القياس وبين القيمة الحقيقية .

الخطأ النسبى : هو النسبة بين الخطأ المطلق وبين القيمة الحقيقى مضروباً فى ١٠٠

دقة الجهاز : هى الخطأ النسبى أى النسبة بين الخطأ المطلق وبين القيمة الحقيقية مضروباً

فى ١٠٠ .

أسباب الأخطاء فى أجهزة القياس .

أخطاء ذاتية :

- ١ - خطأ الاحتكاك .
- ٢ - خطأ الإمالة وعدم التوازن .
- ٣ - خطأ تدريج القياس .
- ٤ - خطأ تشوه الزنبرك أو ضعف المغناطيس الدائم .
- ٥ - خطأ القراءة .
- ٦ - الخطأ الناشئ من وجود مجالات داخلية .

أخطاء خارجية :

- ١ - خطأ نتيجة للتغير فى درجة الحرارة المحيطة .
- ٢ - خطأ نتيجة للتغير فى التردد .
- ٣ - خطأ نتيجة للتغير فى الجهد أو التيار .
- ٤ - خطأ نتيجة للمجالات الخارجية (مغناطيسية أو كهربائية) .

(٢ - ٧) أسئلة للمراجعة

١ - أكمل العبارات الآتية بالكلمات المناسبة :

- (أ) الخطأ المطلق هو بين القيمة التي يبينها جهاز القياس وبين القيمة
(ب) الخطأ النسبي هو بين مضروباً في ١٠٠ .
(ج) دقة الجهاز هي

٢ - اذكر أسباب الأخطاء في أجهزة القياس .

٣ - ضع علامة (✓) أمام العبارات الصحيحة وعلامة (×) أمام العبارات الخطأ ثم صحح العبارات الخطأ .

- (أ) يسبب زيادة الخلوص المحورى لعمود الدوران زيادة خطأ الاحتكاك .
(ب) تؤثر على خطأ الاحتكاك جودة سطح التلامس للعقيق .
(ج) قد يؤدي عدم الدقة في رسم العلامات والتدريج على المقياس الى زيادة الخطأ نتيجة للمجالات الخارجية .

٤ - اذا طلب منك وضع رموز على لوحة بيان جهاز قياس تبين العبارات الآتية :-

- (أ) أنه جهاز قياس من النوع الحرارى بسلك ساخن .
(ب) أن يستعمل فقط لقياس التيار المتغير .
(ج) أن لوحة بيانه مائلة على المستوى الافقى بزاوية ٩٠° .
(د) أن جهد اختبار العزل له ٢ ك . ث .

ارسم هذه الرموز

٥ - امبير متر تجارى اجريت معايرته بواسطة امبير متر معملى وعند اجراء الاختبار لقياس شدة التيار وجد أن قراءة الامبير متر التجارى ٥٠ امبير ، بينما كانت قراءة الامبير متر المعملى لنفس الكمية المقاسة ٥٠,٦ امبير احسب :-

- (أ) الخطأ المطلق لهذا الجهاز .
(ب) الخطأ النسبي لهذا الجهاز .

٦ - ما هى العوامل التى يجب مراعاتها لتجنب خطأ القراءة عند قراءة بيان جهاز القياس ؟

الباب الثالث

آلية الحركة فى جهاز القياس

يهدف هذا الباب إلى معرفة الآتى :

- (١ - ٣) الأسس الكهربائية لتشغيل أجهزة القياس .
- (٢ - ٣) الأسس الميكانيكية لتشغيل أجهزة القياس .
- (٣ - ٣) عوامل الجودة لأجهزة القياس .
- (٤ - ٣) مكونات الأجزاء الرئيسية لأجهزة القياس .
- (٥ - ٣) جهاز القياس الحرارى : تركيبه - نظرية عمله - التدرج - المميزات والعيوب .
- (٦ - ٣) جهاز القياس ذو القلب المتحرك : تركيبه - نظرية عمله - التدرج - المميزات - العيوب .
- (٧ - ٣) جهاز القياس ذو الملف المتحرك : تركيبه - نظرية عمله - التدرج - المميزات - العيوب .
- (٨ - ٣) جهاز القياس الحثى .
- (٩ - ٣) جهاز القياس الإستاتيكى : تركيبه - نظرية عمله - التدرج - المميزات والعيوب .
- (١٠ - ٣) ملخص لأهم عناصر الباب الثالث .
- (١١ - ٣) أسئلة للمراجعة .

شمالی و جنوبی

پاکستان کے شمالی و جنوبی علاقوں کی

میں کی گئی ہے۔

پاکستان کے شمالی علاقوں کی

میں کی گئی ہے۔

پاکستان کے جنوبی علاقوں کی

میں کی گئی ہے۔

پاکستان کے شمالی و جنوبی علاقوں کی

میں کی گئی ہے۔

پاکستان کے شمالی و جنوبی علاقوں کی

میں کی گئی ہے۔

پاکستان کے شمالی و جنوبی علاقوں کی

میں کی گئی ہے۔

پاکستان کے شمالی و جنوبی علاقوں کی

میں کی گئی ہے۔

پاکستان کے شمالی و جنوبی علاقوں کی

میں کی گئی ہے۔

پاکستان کے شمالی و جنوبی علاقوں کی

(٢ - ١) الأسس الكهربائية لتشغيل أجهزة القياس

تبنى نظريات تشغيل معظم أجهزة القياس الكهربائية . على التأثيرات الفيزيائية التي تصاحب مرور التيار الكهربائي في موصل . فمن المعروف أن مرور التيار الكهربائي في موصل . أو وجود فرق جهد بين طرفي موصل . يؤدي إلى ظهور التأثيرات الآتية

(أ) تأثير كهرومغناطيسي (حتى) .

(ب) تأثير حراري .

(ج) تأثير كيميائي .

(د) تأثير كهروضوئي .

(و) تأثير كهروستاتيكي .

ومن الممكن تحويل أى نوع من هذه التأثيرات إلى قوى ميكانيكية . تعمل على دفع آليات الحركة في أجهزة القياس الكهربائية .

ويعتبر التأثير المغناطيسي أهم التأثيرات المستخدمة في نظريات تشغيل أكثر أجهزة القياس الكهربائية شيوعاً مثل : -

١ - أجهزة القياس ذات الملف المتحرك .

٢ - أجهزة القياس ذات القلب الحديدي المتحرك .

٣ - أجهزة القياس الكهروديناميكية .

٤ - أجهزة القياس الحثية (الاستنتاجية) .

(٢ - ٢) الأسس الميكانيكية لتشغيل أجهزة القياس :

تستخدم معظم أجهزة القياس واحدة أو أكثر من الظواهر الفيزيائية المصاحبة لمرور التيار الكهربائي قوى ميكانيكية يمكن قياسها . ويتم عملية القياس بدلالة انحراف جزء متحرك مثبت به مؤشر يتحرك على مقياس مدرج . ولا تتم القراءة الصحيحة إلا إذا كانت هناك قوة تحكم تضاد القوة المؤدية إلى انحراف الجزء المتحرك .

وعندما تتساوى القوتان . تحدث حالة الإتزان المطلوبة في أى جهاز قياس . ولمنع تذبذب المؤشر أثناء حركته . ولضمان إعطاءه القراءة الصحيحة بسرعة . تستخدم وسيلة تخميد لحركة الجزء المتحرك . ويجب ألا نهمل قوة الاحتكاك التي تحدث بأي جهاز قياس . وباختصار لكي يعمل جهاز البيان بجهاز القياس فلا بد من وجود القوى الميكانيكية التالية : -

١ - قوى الدفع (عزم الانحراف) .

٢ - قوى التحكم (عزم التحكم) .

٣ - قوى التخميد (عزم التسكين) •

٤ - قوى الاحتكاك •

١ - قوى الدفع (عزم الانحراف) :

هى القوى التى تحول التيار الكهربائى أو الظواهر الفيزيائية المصاحبة له إلى قوى ميكانيكية تعمل على تحريك أو إدارة الجزء القابل للحركة بالجهاز • ويتكون الجزء القابل للحركة فى معظم أجهزة القياس من ملف أو قرص من الألمونيوم • أو قلب مسطح من الصلب • ويوضع هذا الجزء على عمود دوران ، يرتكز طرفاه المديان على كرسيين من العقيق • ويحمل عمود الدوران مؤشر يتحرك على مقياس مدرج •

٢ - قوى التحكم (عزم التحكم) :

هى عبارة عن قوى مضادة لقوى الدفع وكلما زادت قوى الدفع زادت أيضا قوى التحكم ويقف المؤشر عندما تتساوى قوى الدفع مع قوى التحكم ، هذا علاوة على أن وجود قوى التحكم تجعل المؤشر يعود إلى وضع الصفر بعد فصل التيار عن الجهاز وفى حالة عدم وجود قوى التحكم فإن أى تيار يصل إلى الجهاز يجعل المؤشر يتحرك من وضع الصفر إلى وضع أقصى تدريج وذلك بغض النظر عن قيمة التيار المطلوب قياسها •

أى أن قوى التحكم تساعد قوة الدفع على إحداث إنحرافات للمؤشر تتناسب مع قيم التيارات المطلوب قياسها •

ويمكن الحصول على قوى التحكم فى معظم الأجهزة بواسطة سلك زنبرك حلزوني يسمى الزنبرك اللولبى - أو بواسطة أوزان مثبتة بالجزء المتحرك •

(أ) قوى التحكم بإستخدام الزنبرك :

يعتبر الزنبرك اللولبى أهم وسائل التحكم المختلفة المستخدمة فى أجهزة البيان لذلك يجب أن يتوفر فى الزنبرك المستخدم فى صناعة اللولب الإشتراطات الهامة الآتية : -

١ - أن يكون من معدن غير قابل للمغنطة •

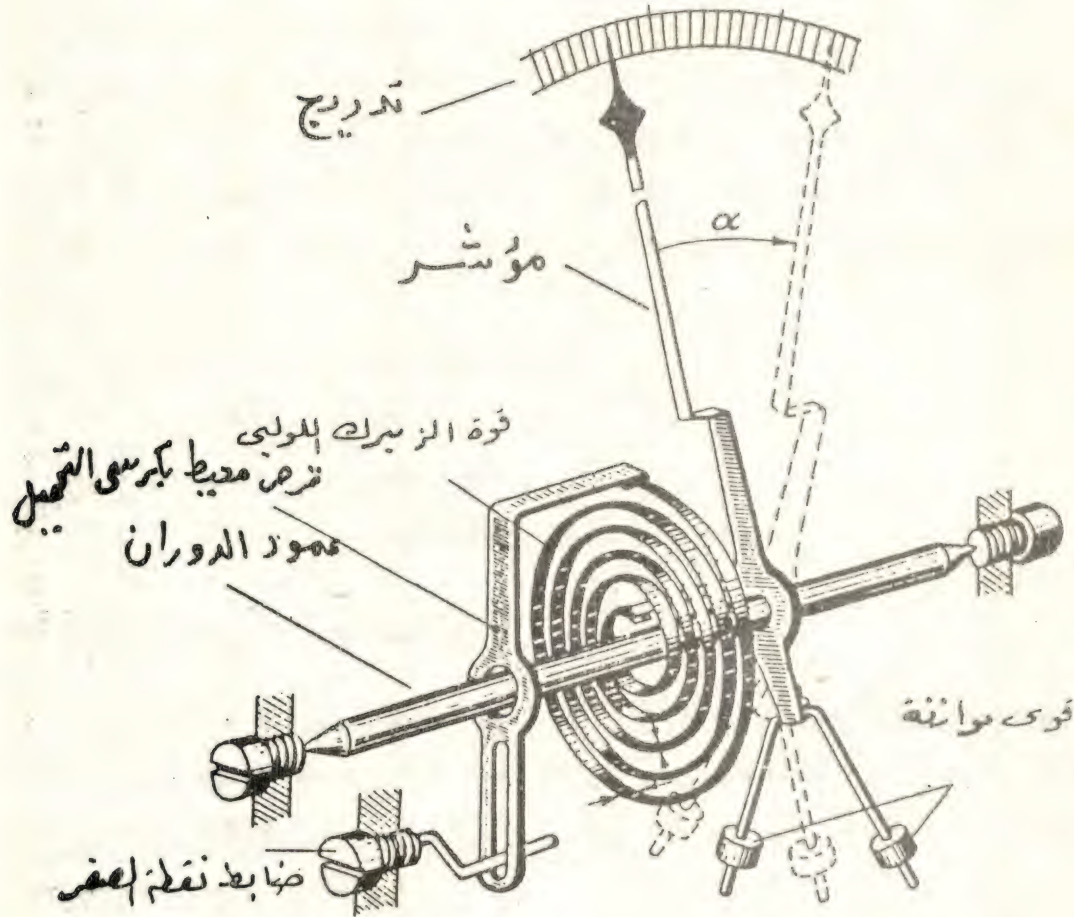
٢ - يتحمل الإجهادات الميكانيكية •

٣ - أن تكون مقاومته النوعية صغيرة •

٤ - له معامل تغير المقاومة بالحرارة صغير جداً •

ومن أهم الخامات التى تستخدم فى صنع الزنبرك اللولبى لوسائل التحكم ، هى البرونز السفورى ويصنع السلك الزنبركى من عدة لفات • ولضمان عدم تأثر قراءة الجهاز أو نظام التحكم بالتغيرات الناشئة من إرتفاع أو إنخفاض درجة الحرارة ، يستخدم ملفان زنبركيان ويركب الملفان

على عمود الدوران بحيث يكون إتجاه عمل احدهما عكس إتجاه عمل الآخر وبذلك يتلاشى تأثير التغيرات الحرارية فى كلا الملفين ويبين الشكل رقم (٣ - ١) كيفية عمل نظام التحكم فى جهاز قياس بملف متحرك حيث يتم التحكم فى الجزء المتحرك بواسطة زنبرك لولبى ويثبت الطرف الداخلى للملف الزنبركى عادة بمحور الجزء المتحرك ، بينما يثبت الطرف الخارجى بالقرص المحيط بكراسى التحميل .



كيفية عمل نظام التحكم فى جهاز قياس ذو ملف متحرك

شكل (٣ - ١)

وتوجد بالقرص ذراع بها مشقبة تساعد على السماح للسلك الزنبركى بأن يلف على نفسه أو يفرد أثناء إنحراف الجزء المتحرك بسهولة . كما أن هذه المشقبة تساعد على إعادة وضع المؤشر فى نقطة الصفر تماما . وذلك بواسطة مسمار خاص يظهر خارج الغطاء .

(ب) قوى التحكم باستخدام الأوزان المثبتة بالجزء المتحرك :

تستخدم فى بعض الاجهزة ، أوزان صغيرة قابلة للضبط . وتوضع هذه الأوزان فى نهاية ذراع مثبت بالجزء المتحرك وتعطى هذه الأوزان قوة تحكم نتيجة لفعل الجاذبية الأرضية ولذلك يطلق عليها قوى تحكم الجاذبية الأرضية ويبين الشكل (٣ - ٢) أحد أنواع نظم التحكم بواسطة الأوزان وتتم عملية ضبط قوى التحكم بوضع الأوزان عند طرف الذراع إلى الخارج ، أو إلى الداخل ، قرب المنتصف ، باستخدام مسمار ملولب .

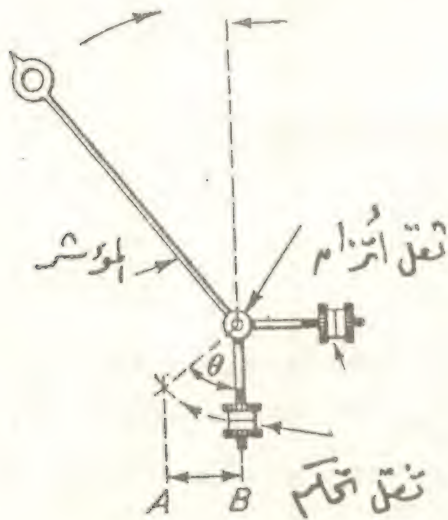
ومن عيوب هذا النوع من التحكم ، أنه لا يستخدم إلا فى الأجهزة التى تعمل وهى فى الوضع الرأسى فقط . كما يجب أن يضبط وضع هذه الاجهزة عند إستخدامها حتى يكون تأثير التحكم فعالاً ولا ينتج عنها خطأ الصفر وهو عدم إنطباق المؤشر على نقطة الصفر تماماً عند بدء القياس لذلك لا يصلح هذا النظام فى الأجهزة المتنقلة ويصلح فقط فى الأجهزة المثبتة رأسياً فى اللوحات الكهربائية .

ومن مميزات هذا النوع من التحكم ما يلى :

- ١ - رخص تكاليف تصنيعها
- ٢ - عدم حدوث تشوه أو إجهاد بها .
- ٣ - متانتها وعدم تأثر قوى التحكم باختلاف درجات الحرارة

٣ - قوى التخميد (عزم التسكين) :

سبق أن ذكرنا أن قوى الانحراف تجعل الجزء المتحرك للجهاز تتحرك فى إتجاه معين وأن قوى التحكم تعمل على التحكم فى حركة الجزء المتحرك وهو إتجاه مضاد لقوى الانحراف ونتيجة لوجود هذين القوتين المتضادتين فإن مؤشر الجهاز يتذبذب حول موضع القراءة ولذلك يزود الجزء المتحرك بوسيلة معينة لمنع ذبذبة المؤشر .



قوة التحكم باستخدام الأوزان

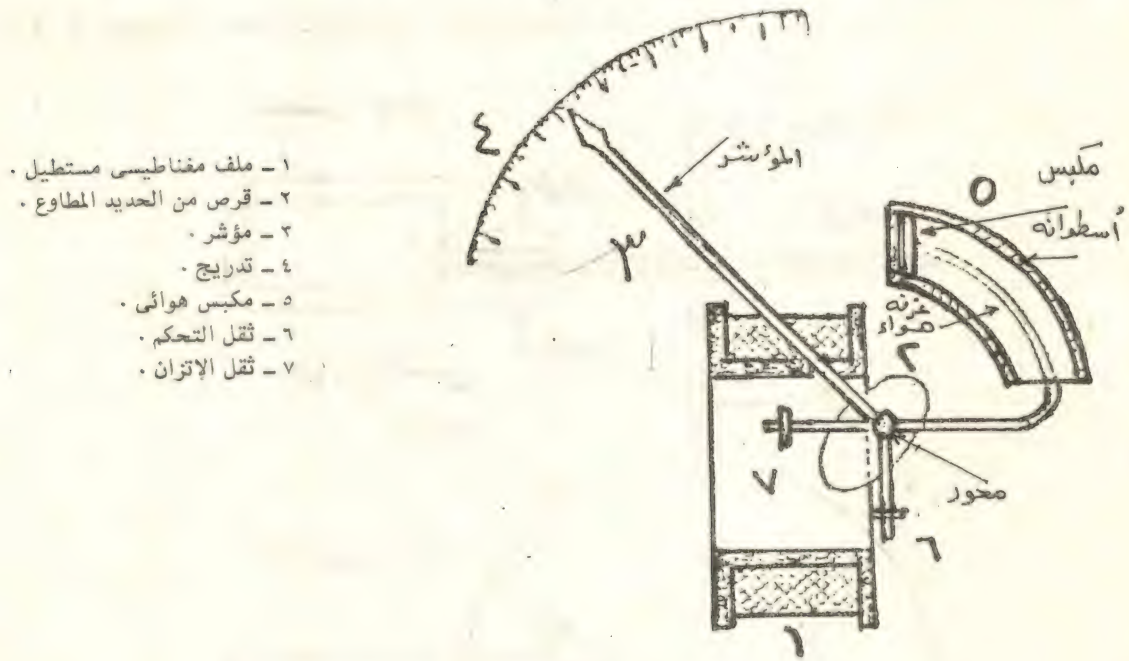
شكل (٣ - ٢)

ويمكن منع ذبذبة المؤشر عن طريق إستخدام الإخماد الآتية :

- (أ) التخميد بإحتكاك الهواء .
- (ب) التخميد بإحتكاك السوائل .
- (ج) التخميد بالتيارات الاعصارية .

(أ) التخميد بإحتكاك الهواء :

يبين الشكل (٣ - ٣) وسيلة من وسائل التخميد بواسطة إحتكاك الهواء وتتكون من مكبس خفيف من الالومنيوم ، مثبت بالجزء المتحرك لجهاز القياس ويعمل المكبس فى أثناء حركته داخل أسطوانة محكمة مسدودة من أحد طرفيها . ويتم تخميد الذبذبات المحتملة للجزء المتحرك ، نتيجة لعملية كبس أو مص الهواء التى يقوم بها المكبس داخل الإسطوانة .



جهاز القياس ذو القلب المتحرك التجاذبى
« قوة التخميد بواسطة احتكاك الهواء »

شكل (٣ - ٣)

(ب) التخميد بإحتكاك السوائل :

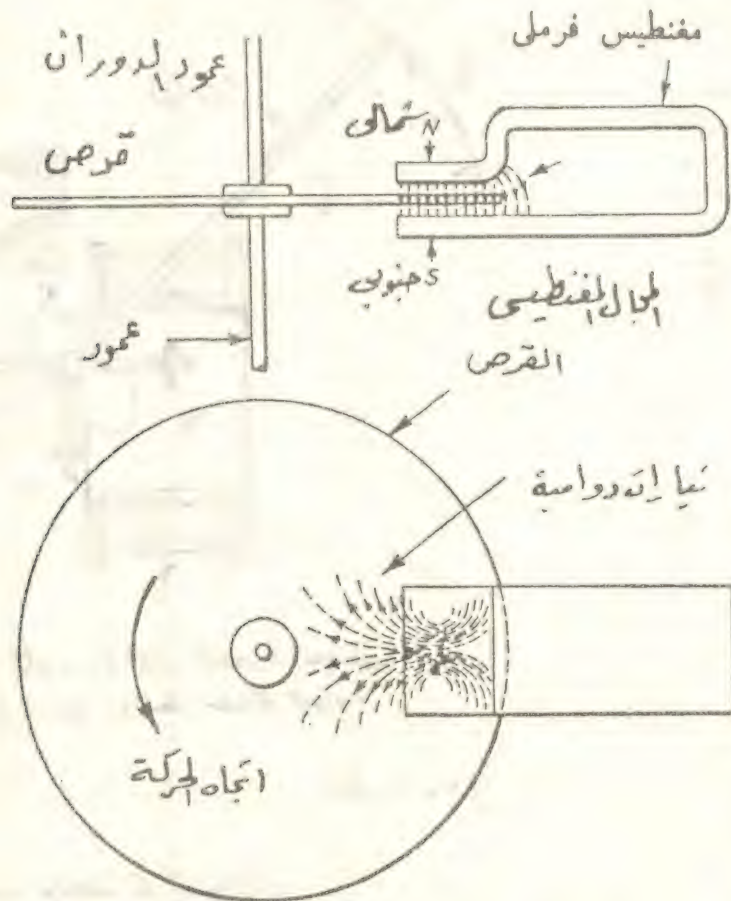
لا تختلف طريقة التخميد بإحتكاك السوائل كثيرا عن طريقة التخميد بإحتكاك الهواء وفى هذه الطريقة يستبدل بالهواء زيت أو أى سائل له معامل لزوجة عالى ، مما يؤدى إلى زيادة قوى

التخميد ويفضل عادة التخميد بإحتكاك الهواء عن التخميد بالسوائل لسهولة التصنيع وخفة الوزن وكفاءة التشغيل وصلاحيته لجميع الأجهزة وخاصة المتقلة منها .

(ج) التخميد بالتيارات الإعصارية :

يبين شكل (٣ - ٤) نظام التخميد بالتيارات الإعصارية ويتكون هذا النظام فى أبسط صورته من قرص رقيق من مادة موصلة غير مغناطيسية كالنحاس والألمونيوم داخل قطبى مغناطيس دائم وهذا القرص مركب على عمود دوران يدور بين كراسى تحميل وعند حركة القرص فإنه يقطع المجال المغناطيسى الدائم فتتولد فيه تيارات اعصارية ينتج عنها عزم تحميل فى إتجاه يعاكس الحركة المسببة له طبقا لقاعدة لينز .

ويعتبر مانع الذبذبة عن طريق التيارات الاعصارية أقوى بكثير من مانعى الذبذبتين السابقتين ، إلا أنه يراعى عند إستخدامها ألا يؤثر وجود المغناطيس الدائم فى الجهاز على المجالات المغناطيسية الأخرى المستخدمة فى عمليات القياس ، وإنتاج قوى الدفع .



قوى التخميد بالتيارات الإعصارية

شكل (٣ - ٤)

٤ - قوى الاحتكاك

تسبب قوى الاحتكاك الناشئة فى كراسى التحميل التى يدور فيها عمود الدوران ، مقاومة معينة لدورانه ، وينشأ عن وجود قوى الاحتكاك خطأ فى قراءة الجهاز ، حيث تؤدى إلى عدم وصول المجموعة المتحركة إلى الوضع النهائى للقراءة الصحيحة ، كما أنها تؤدى أيضا الى عدم رجوع الجزء المتحرك والمؤشر المثبت به ، إلى نقطة الصفر ، بعد فصل التيار أو الكمية المقاسة عن الجهاز .
لذلك يعتبر خطأ الاحتكاك ، أحد الأخطاء الأساسية التى يجب مراعاتها فى أى جهاز قياس .
وللحصول على أعلى جودة ممكنة لجهاز القياس يراعى الاهتمام بصناعة كراسى التحميل المستخدمة فى أجهزة القياس واستخدام أرقى أنواع العقيق والصلب والتى تتميز بنعومة سطحها فى صنع هذه الكراسى ، كما يراعى تقليل وزن الجزء المتحرك .

(٣ - ٣) عوامل الجودة لأجهزة القياس :

من العوامل الهامة التى يجب أن تتوفر فى أجهزة القياس الجيدة هو قلة إستهلاكها من قدرة الدائرة التى يتم القياس بها ولا تؤثر على تشغيل هذه الدائرة وأدائها وأيضا تعطى أخطاء أقل فى القياس وتحكم عملية إختيار أجهزة القياس الإعتبارات الأساسية التالية :

١ - الثقة فى الأجهزة (أى يعول عليها فى تأدية القياسات) .

٢ - البساطة فى التشغيل .

٣ - الدقة .

٤ - مقدار إستهلاك أجهزة القياس للقدرة الكهربائية .

٥ - الشكل .

٦ - الوزن .

٧ - التكاليف .

وللحصول على جودة ممتازة لأجهزة القياس يراعى عند تصنيعها ما يلى :

١ - تصنع الأجزاء المتحركة بحيث تكون أخف ما يمكن .

٢ - تقليل قوى الاحتكاك إلى أقل قدر ممكن .

٣ - يراعى أن تكون نقط التوصيل سليمة .

٤ - تصنع جميع الأجزاء من مواد غير قابلة للتحلل أو التغير مع الزمن أو الاستعمال .

(٤ - ٣) مكونات الأجزاء الرئيسية لأجهزة القياس :

يتركب جهاز القياس عموما من الأجزاء الآتية ، -

١ - الغلاف الخارجى .

٢ - الجزء المتحرك وكراسى عمود الدوران .

٣ - المؤشر .

٤ - التدريج (المقياس) .

٥ - المصحح (ضابط نقطة الصفر) .

٦ - الأوزان الموازنة .

٧ - المغناطيس الدائم .

١ - الغلاف الخارجى (الجسم) :

يستخدم الغلاف الخارجى لحماية الأجزاء الداخلية لجهاز القياس من الأضرار الميكانيكية ، ومن دخول الأتربة والرطوبة إلى الجهاز . ويصنع الغلاف من الحديد ، أو الألومنيوم ، أو النحاس ، أو الزجاج ، أو البكاليت ، وقد يكون الغلاف مستديرا ، أو مستطيلا ، أو مربعا .

٢ - الجزء المتحرك وكراسى عمود الدوران :

قد يكون الجزء المتحرك للجهاز عبارة عن ملف متحرك أو قلب حديدى متحرك وهذا يختلف باختلاف نوع الجهاز ويركب الجزء المتحرك فى أجهزة القياس الشائعة الاستعمال على عمود دوران وهذا العمود عبارة عن ماسورة خفيفة من الألومنيوم يتراوح قطرها بين ١ - ٢ مم . وينتهى طرفا العمود بمخروطين يستقران داخل كراسى التحميل . كما هو مبين بشكل (٣ - ٥) وفى أجهزة القياس الدقيقة . تستخدم كراسى من العقيق . أما فى أجهزة القياس الصناعية من مرتبة الدقة ٢,٥ % ، ٥ % فتستخدم كراسى مصنوعة من الصلب الناشف أو البرونز الفسفورى . ويصقل محورا عمود الدوران والكراسى بدرجة عالية لتقليل الاحتكاك بينها ، ويستخدم فى تثبيت الكراسى مسامير مقلوظ لضبط الخلو للعمود .



الجزء المتحرك وكراسى عمود الدوران
لأجهزة القياس الشائعة الاستعمال

(شكل ٣ - ٥)

(ب) تدريب غير منتظم (ترييى أو لوغاريتمى) وفيه تكون المسافة بين تدريجين غير متساوية ويبين شكل (٨ - ٣) تدريب غير منتظم لجهاز قياس بقلب حديدى متحرك .



تدريب غير منتظم (غير خطى)

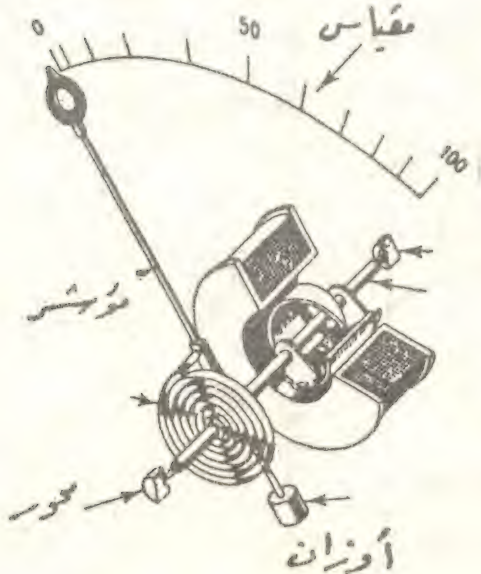
(شكل ٨ - ٣)

٥ - المصحح (ضابط نقطة الصفر) :

هو وسيلة تستخدم لوضع مؤشر مجموعة الحركة فى الجهاز موضع الصفر وللمصحح رأس بارزة على صندوق الجهاز ، وتؤدى إدارة الرأس ، إلى تحريك الزنبرك الملولب حتى يبقى المؤشر فى وضع الصفر عند بداية التشغيل ، ويمكن بواسطة المصحح ، ضبط وضع المؤشر دون حاجة إلى رفع غطاء الجهاز ويتضح ذلك فى شكل (١ - ٣) .

٦ - الأوزان الموازنة :

للعناية بموازنة الأجزاء المتحركة فى جميع أوضاع المؤشر ، وتجانس قوى الاحتكاك وعدم تأثر القراءة فى أى وضع من أوضاع الجزء المتحرك . توضع الأوزان الموازنة فى أذرع ملولبة مثبتة فى نهاية المؤشر يمكن ضبطها بسهولة . وتبين أشكال (١ - ٣) ، (٩ - ٣) تصنيع الأوزان الموازنة .



استخدام الأوزان الموازنة
فى أجهزة القياس

(شكل ٩ - ٣)

٧ - المغناطيس الدائم :

تستعمل المواد المغناطيسية الصلبة لإعداد المغناطيسات الدائمة المستخدمة فى مختلف أجهزة القياس الكهربائية والتي تتطلب وجود مغناطيس دائم وقوى فيها . وحتى أوائل الستينيات كانت مغناطيسات الأجهزة تصنع من أحد أنواع الصلب المغناطيسى الآتية :

(أ) الصلب الكرومى ويتكون من ٧ ٪ كربون ، ٢ ٪ كروم والباقى حديد .

(ب) الصلب التنجستى ويتكون من ٥,٨ ٪ تنجستن ، والباقى حديد .

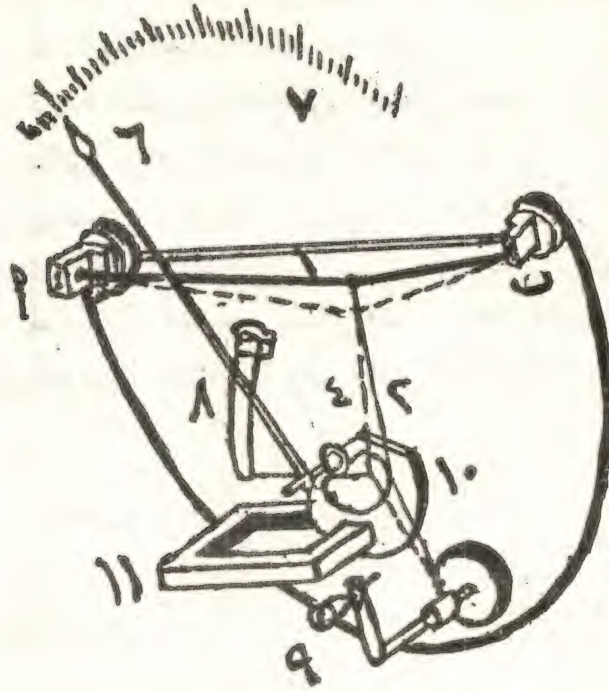
(ج) الصلب الكوبلتى ويتكون من كوبالت يتراوح بين ٩ ٪ إلى ٤٢ ٪ والباقى حديد أما حالياً فتصنع المغناطيسات الدائمة لأجهزة القياس من سبائك الحديد والنيكل والألمونيوم والتي يطلق عليها اسم « السبائك المغناطيسية الصلبة » وتمتاز هذه السبائك الحديثة باستقرار خواصها المغناطيسية . وصغر حجمها وزيادة قوتها المغناطيسية وكبر مقدار المغناطيسية المتبقية بها ،

(٣ - ٥) جهاز القياس الحرارى

أجهزة القياس ذات السلك الحرارى :

- التركيب يتركب جهاز القياس ذو السلك الحرارى كما أشكال (٣ - ١٠) ، (٣ - ١١) من :
- ١ - سلك تسخين مصنوع من سبيكة من البلاتين والإيريديوم (نقطة انصهارها تصل إلى ٢٣٠٠ م) أو من سبيكة البلاتين والفضة ويتراوح طول السلك من ١٠٠ - ١٦٠ مم ويتراوح قطرها من ٠,٣ - ٠,٥ مم وتثبت على نقطتين فى الجهاز (أ ، ب)
 - ٢ - سلك آخر عمودى على سلك التسخين ويسمى سلك التوتر ، ويعقد أحد طرفيه عند نقطة متوسطة بسلك التسخين ، ويثبت الطرف الآخر من سلك التوتر بنقطة بالجهاز .
 - ٣ - خيط حرير ويعقد أحد طرفيه بسلك التوتر ، ويثبت الطرف الآخر لخيط الحرير بسلك زنبركى ، ويمر الخيط الحرير على بكرة .
 - ٤ - بكرة يمر عليها خيط الحرير وتحمل عمود الدوران ، المثبت بها المؤشر .
 - ٥ - عمود الدوران .
 - ٦ - مؤشر يتحرك بحركة عمود الدوران أمام التدريج .
 - ٧ - تدريج يتحرك أمامه المؤشر وهو غير منتظم .
 - ٨ - سلك زنبركى يتصل أحد طرفيه بخيط الحرير والطرف الآخر بنقطة بالجهاز ، وفائدته التحكم فى عملية الشد .
 - ٩ - مسمار محورى لضبط المؤشر على صفر التدريج للجهاز .

- ١٠ - قرص رقيق من الالمونيوم مثبت مع محور المؤشر يوضع بين قطبي مغناطيس دائم لمنع
ذبذبة المؤشر .
- ١١ - مغناطيس دائم .



جهاز القياس الحرارى

(شكل ٢ - ١٠)

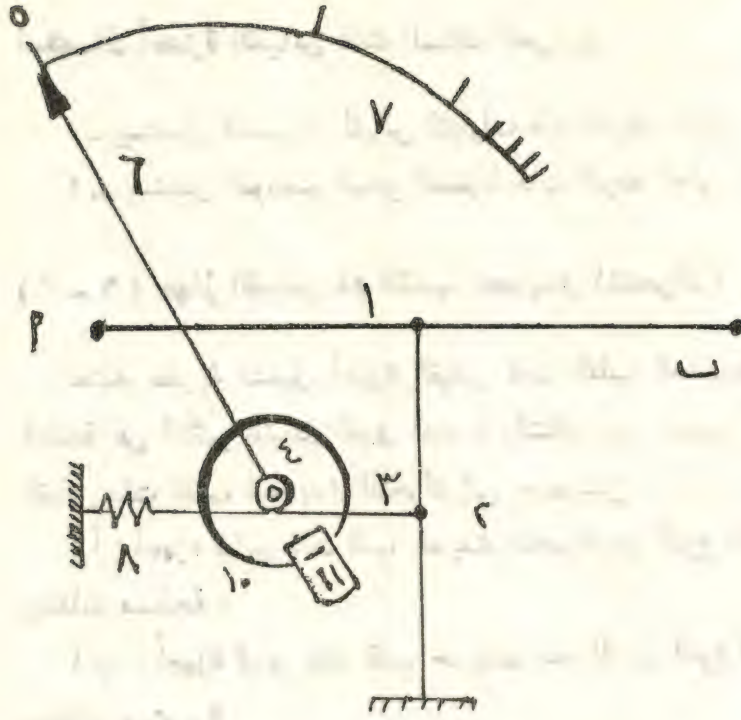
نظرية التشغيل :

تعتمد نظرية تشغيل هذا الجهاز على التأثير الحرارى للتيار الكهربى بمعنى أنه عند مرور تيار كهربى (سواء كان مستمرا أو متغيرا) فى سلك ينتج عنه كمية من الحرارة تتناسب مع مربع شدة التيار تؤدي إلى تمدده . عند مرور التيار فى سلك التسخين .

١ - فإنه يسخن ويتمدد ويميل إلى الإرتخاء ، وينتقل هذا الإرتخاء إلى سلك التوتر .

٢ - ومنه إلى سلك الحرير ويعمل السلك الزنبركى على شد الخيط الحرير فتدور البكرة بحركة المؤشر أمام التدرج الذى يوضح قيمة التيار المطلوب قياسه .

وتنتج قوى التحكم بواسطة السلك الزنبركى أما قوى التخميد فتتم عن طريق قرص رقيق موضوع داخل مغناطيس دائم . فعند دوران القرص فإنه يقطع المجال المغناطيسى للمغناطيس الدائم فتتولد فيه تيارات إعصارية ينتج عنها قوى التخميد التى تعمل على منع ذبذبة المؤشر .



- ١ - سلك التسخين .
- ٢ - سلك التوتر .
- ٣ - خيط حرير .
- ٤ - بكره .
- ٥ - عمود الدوران .
- ٦ - مؤشر .
- ٧ - تدريج غير منظم .
- ٨ - سلك زنبركى للتحكم فى عملية الشد .
- ٩ - مسمار محورى لضبط صفر التدريج .
- ١٠ - قرص رقيق من الألومنيوم .
- ١١ - مغناطيس دائم .

مكونات جهاز القياس الحرارى
(شكل ١١ - ٣)

مزايا أجهزة القياس ذات السلك الحرارى :

- ١ - تستخدم لقياس كل من التيار المستمر أو التيار المتردد .
- ٢ - لا تتأثر بالمجالات المغناطيسية الشاردة .
- ٣ - لا تتأثر بالتردد أو بشكل الموجة فى حالة استعمالها لقياس التيار المتردد .

عيوب أجهزة القياس ذات السلك الحرارى :

- ١ - نظرا لأن الحرارة المتولدة فى سلك التسخين تتناسب مع مربع التيار لذلك نجد أن التدريج تربيعى (غير منتظم) .
- ٢ - نظرا لأن تسخين وتمدد السلك يحدث بالتدريج فإن إنحراف المؤشر يستغرق وقتا طويلا عن إنحراف المؤشر فى أجهزة البيان الأخرى .
- ٣ - وضع المؤشر على صفر التدريج يحتاج إلى ضبط باستمرار .
- ٤ - تتأثر بتغير درجة الحرارة المحيطة .
- ٥ - انخفاض مرتبة دقتها .
- ٦ - زيادة القدرة المفقودة .

استعمال أجهزة القياس ذات السلك الحرارى :

- ١ - يستعمل كامبيرمتر لقياس التيارات ذات التردد العالى .
- ٢ - يستعمل كفولتمتر لقياس الضغوط ذات التردد العالى .

(٢ - ٦) جهاز القياس ذو القلب الحديدى المتحرك :

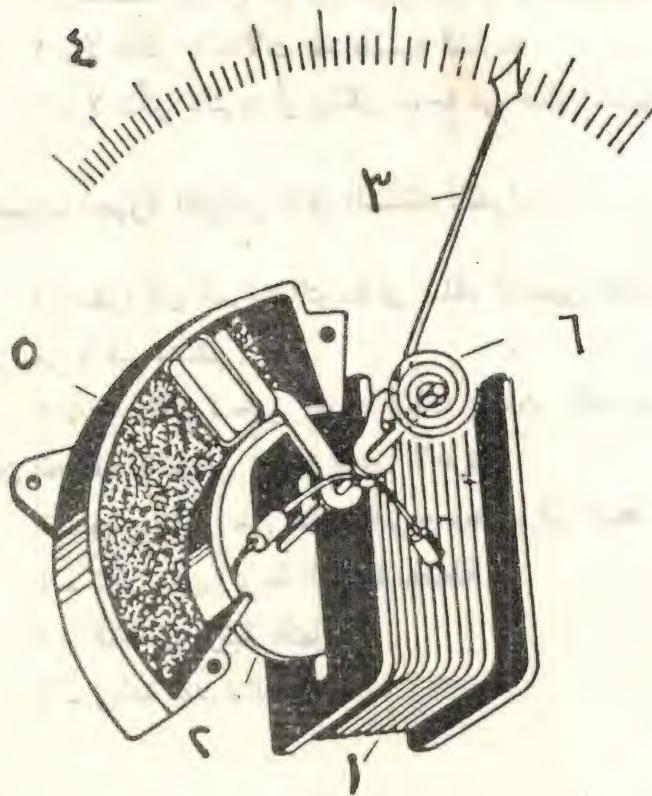
تعتمد نظرية تشغيل أجهزة القياس ذات القلب الحديدى المتحرك ، على القوى الميكانيكية الناتجة عن التأثير المتبادل لقوى الجذب والتنافر بين قطبين أو مجالين مغناطيسيين وتنقسم أجهزة القياس ذات القلب الحديدى المتحرك إلى مجموعتين :-

(أ) أجهزة قياس ذات قلب حديدى متحرك من النوع التجاذبى وهى بقلب حديدى متحرك وملفات مسطحة .

(ب) أجهزة قياس ذات قلب حديدى متحرك من النوع التنافرى وهى بقلب حديدى متحرك وملفات مستديرة .

أ - أجهزة القياس ذات القلب الحديدى المتحرك من النوع التجاذبى : - التركيب :

يتركب جهاز القياس ذو القلب الحديدى المتحرك من النوع التجاذبى كما فى اشكال (٣ - ٣) (٣ - ١٢) من الآتى :-



جهاز القياس ذو القلب المتحرك التجاذبى

شكل (٣ - ١٢)

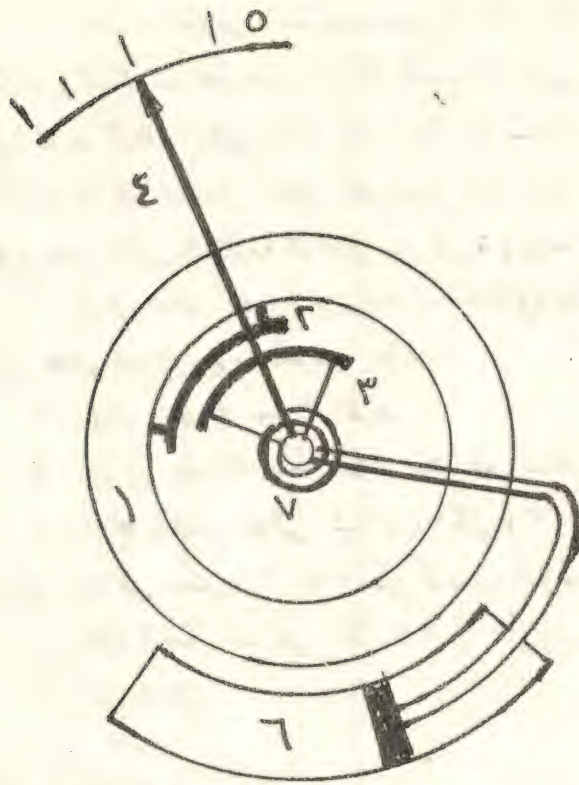
- ١ - ملف مغناطيسى مفلطح مستطيل الشكل يتكون من عدد معين من الملفات ويتوقف عدد لفات الملف وكذلك مساحة مقطع السلك المستعمل على استعمال الجهاز فاذا أستعمل الجهاز كأمبير فان عدد لفات الملف يكون قليلا ومن سلك ذو مساحة مقطع سميك حتى تكون المقاومة الداخلية له صغيرة أما إذا أستعمل الجهاز كفولتميتر فان عدد لفات الملف يكون كبيرا ومن سلك ذو مقطع رفيع حتى تكون المقاومة الداخلية له كبيرة ويوجد بالملف وفى منتصفه فتحة على هيئة مجرى .
- ٢ - قرص صغير مصنوع من الحديد المطاوع وله شكل خاص يتحرك فى فتحه الملف ويرتكز على محور دوران ويزود القرص بمؤشر .
- ٣ - مؤشر يتحرك بحركة القرص .
- ٤ - تدريج يتحرك أمامه المؤشر وهو غير منتظم .
- ٥ - ذراع مكبس هوائى كما فى شكل (٣ - ٣) أو ريشة من الألمونيوم تتحرك داخل غرفة هوائية كما فى شكل (٣ - ١٤) لمنع تذبذب المؤشر .
- ٦ - ثقل التحكم كما فى شكل (٣ - ٣) أو زنبرك التحكم كما فى شكل (٣ - ١٢) .
- ٧ - ثقل إيزان .

نظرية التشغيل

عندما يمر تيار فى الملف المغناطيسى فإنه ينشأ مجال مغناطيسى يكون أقوى ما يمكن داخل الملف ويتناسب فى شدته مع شدة التيار ويعمل هذا المجال على مغنطة قرص الحديد فينجذب إلى داخل فتحة الملف لمسافة معينة وعند حركة القرص فإن المؤشر يتحرك على التدريج وقوة الانحراف لهذا الجهاز تتناسب مع مربع التيار وعند إنقطاع التيار فان قرص الحديد يفقد مغنطيته ويخرج للخارج ويعود المؤشر لوضع الصفر بفعل ثقل التحكم (٣ - ٣) أو بفعل قوى الزنبرك (٣ - ١٢)

(ب) أجهزة القياس ذات القلب الحديدى المتحرك من النوع التنافرى التركيب :

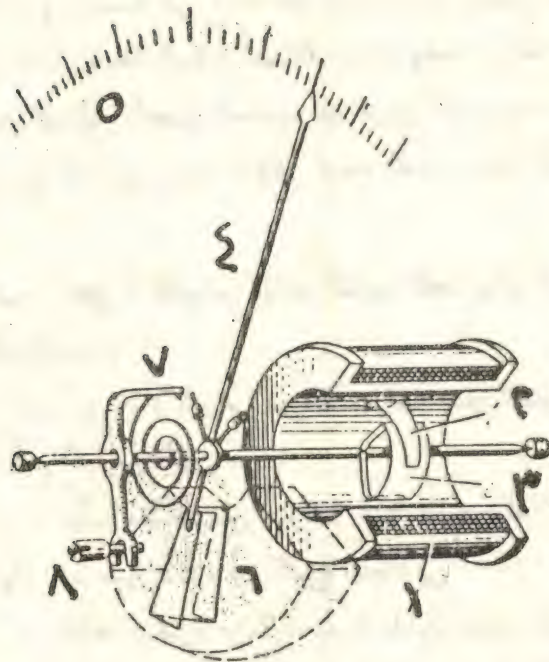
- يتركب جهاز القياس ذو القلب الحديدى المتحرك من النوع التنافرى كما فى شكل (٣ - ١٣) و (٣ - ١٤) من الآتى :-
- ١ - ملف مغناطيسى يتوقف عدد لفاته وكذلك مساحة مقطع السلك المستعمل على استعمال الجهاز كما سبق ذكره فى النوع التجاذبى .
 - ٢ - قطعه صغيرة من الحديد المطاوع مثبتة بالملف .
 - ٣ - قطعة صغيرة من الحديد المطاوع حرة الحركة وترتكز على محور الدوران .
 - ٤ - مؤشر الجهاز ويتحرك بحركة عمود الدوران المثبت عليه قطعة الحديد المطاوع الحرة الحركة .



جهاز القياس ذات القلب الحديدي المتحرك من النوع التنافري

- ١ - ملف مغناطيسي
- ٢ - قطعة من الحديد المطاوع مثبتة بالملف
- ٣ - قطعة من الحديد المطاوع حرة الحركة
- ٤ - مؤشر ..
- ٥ - تدرج غير منتظم
- ٦ - ذراع مكبس هوائي
- ٧ - زنبرك التحكم
- ٨ - مسبار ضبط الصفر

شكل (١٣ - ٢)



جهاز القياس ذات القلب الحديدي المتحرك من النوع التنافري

شكل (١٤ - ٢)

- ٥- تدريج يتحرك أمامه المؤشر وهو غير منتظم .
- ٦- ذراع مكبس هوائى كما فى شكل (٣ - ١٣) أو ريشة من الألمونيوم تتحرك داخل غرفة هوائية كما فى شكل (٣ - ١٤) لمنع تذبذب المؤشر .
- ٧- زنبرك التحكم .
- ٨- مسمار محورى لضبط المؤشر على صفر التدريج للجهاز .

نظرية التشغيل

عندما يمر تيار فى الملف المغناطيسى فانه ينشأ أقطاب مغناطيسية متشابهة القطبية فى كل من قطعتى الحديد المطاوع (٢ - ٣) وبالتالي تنشأ بينهما قوة تنافر ونتيجة لقوة التنافر فإن قطعة الحديد المطاوع حرة الحركة تتحرك مبتعدة عن القطعة الأخرى الثابتة فيتحرك معها عمود الدوران والمؤشر وقوة الانحراف فى هذا النوع تتناسب أيضا مع مربع التيار وعند انقطاع التيار فان قطعتى الحديد المطاوع الثابتة والحرّة تفقدان المغناطيسية ويعود المؤشر إلى وضع الصفر على التدريج بفعل قوة الزنبرك .

مزايا أجهزة القياس ذات القلب الحديدى المتحرك :

- ١- تستعمل لقياس كل من التيارين المستمر والمتغير .
- ٢- سهولة التصميم ورخيصة الثمن وتحمل التيارات الزائدة .

عيوب أجهزة القياس ذات القلب الحديدى المتحرك :

- ١- القدرة المفقودة به عالية نسبيا .
- ٢- انخفاض دقة القياس لهذه الأجهزة ولذلك لا يمكن استخدامها لقياس الضغوط والتيارات المنخفضة .
- ٣- عدم انتظام التدريج (قد أمكن حديثا الحصول على تدريج قريب من التدريج الخطى باختيار الشكل المناسب للقلب الحديدى ومراعاة اختيار موضعها بالنسبة للملف) .
- ٤- تتأثر بتغير التردد لتغير ممانعة الملف ولذا لا يمكن استخدامها فى حالة الترددات العالية .
- ٥- تتأثر بالمجالات المغناطيسية الخارجية (الشاردة) .

استعمال أجهزة القياس ذات القلب الحديدى المتحرك :

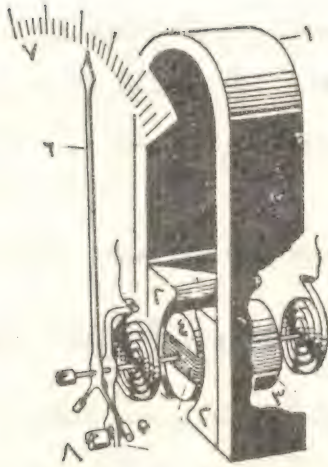
- ١- تستعمل كأبيرة مترو فولت متر .
- ٢- تستعمل لقياس معامل القدرة والتردد بعد اجراء بعض التعديلات عليها .

(٣ - ٧) جهاز القياس ذو الملف المتحرك

- تنقسم هذه الاجهزة الى نوعين،
(أ) النوع ذو المغناطيس الدائم .
(ب) النوع الدينامومتري (الكهروديناميكي) .

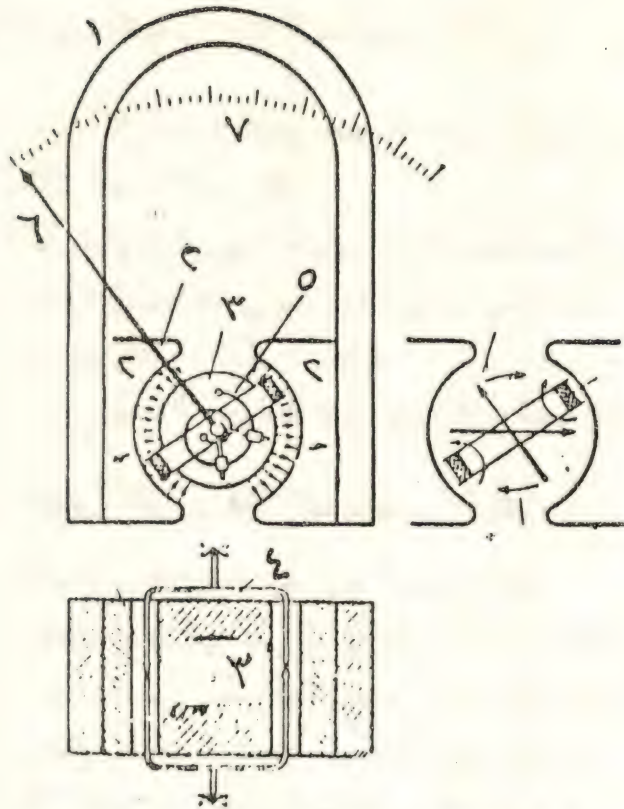
(أ) أجهزة القياس ذات المغناطيس الدائم :

- التركيب : يتركب هذا الجهاز كما فى أشكال (٣ - ١٥) (٣ - ١٦) من الأجزاء الآتية :
- ١ - مغناطيس دائم على شكل حذاء الفرس مصنوع من أحد السبائك الحديثة .
 - ٢ - قطبين مغناطيسيين على هيئة حذاء مثبتين فى كل نهاية من نهايتى المغناطيس الدائم وتصنع من الحديد المطاوع .
 - ٣ - أسطوانة من الحديد المطاوع وبين أحذية القطب ثغرة هوائية والغرض من هذه الاسطوانة هو جعل المجال المغناطيسى منتظم فى الثغرة الهوائية وتقليل المقاومة المغناطيسية بين الأقطاب .
 - ٤ - ملف مستطيل يحيط بالأسطوانة مصنوع من سلك النحاس المعزول وملفوف على إطار خفيف من الألمونيوم مثبت فى محور يتركز طرفاه على قطعتين من العقيق لتقليل الاحتكاك وتسهيل دوران الملف حول الاسطوانة والغرض من الإطار الألمونيوم هو منح ذبذبة المؤشر عن طريق التيارات الاعصارية .
 - ٥ - زنبركين من البرونز الفسفورى للتحكم فى حركة الملف وهما ملفوفان فى إتجاهين متضادين ويدخل التيار إلى الملف عن طريق أحد الزنبركين ويخرج من الزنبرك الآخر .
 - ٦ - مؤشر الجهاز ويتحرك على تدريج منتظم يتحرك بحركة الملف المتحرك .
 - ٧ - تدريج يتحرك أمامه المؤشر وهو منتظم .
 - ٨ - مسمار محورى لضبط المؤشر على صفر التدريج للجهاز .



جهاز القياس ذو الملف المتحرك (مغناطيس دائم)

شكل (٣ - ١٥)



- ١ - مغناطيس دائم على شكل حذاء القرس
- ٢ - قطبين مغناطيسيين
- ٣ - اسطوانة من الحديد المطاوع
- ٤ - ملف مستطيل
- ٥ - زنبركين من البرونز الفوسفوري
- ٦ - مؤشر
- ٧ - تدريج منتظم
- ٨ - مسمار ضبط صفر التدريج

جهاز القياس ذو الملف المتحرك (مغناطيس دائم)
شكل (٢ - ١٦)

نظرية التشغيل :

يولد المغناطيس الدائم مجالاً مغناطيسياً شديداً في الثغرة الهوائية ويوزع هذا المجال المغناطيسي بالتساوي بواسطة أحذية القطب والقلب الحديدي الاسطوانى (مجال متجانس) وعندما يسرى التيار المستمر فى الملف يحدث تأثير متبادل بين المجال المغناطيسى المنتظم الدائم وبين المجال الناشئ حول الملف عندئذ ينشأ عزم الدوران ويتحرك الملف مطابقاً لعزم الدوران. وحيث أن الملف المتحرك موجود فى مجال مغناطيسى ثابت فإن عزم الدوران يزداد ويتناقص تبعاً لشدة التيار ونتيجة لذلك يكون التدريج منتظماً فى جهاز القياس ذى الملف المتحرك من الصفر حتى القيمة النهائية ويتحرك المؤشر إلى أن يصبح عزم دوران الملف متعادلاً مع العزم المضاد للزنبرك اللولبى وعندما ينقطع التيار يترد المؤشر الى وضع الصفر نتيجة لقوى الزنبرك المضادة .

المجال المغناطيسى للمغناطيس الدائم له اتجاه واحد دائماً ونتيجة لذلك يتوقف اتجاه دوران الملف على اتجاه التيار فيه (قاعدة فلمنج لليد اليسرى) ويستخدم جهاز القياس ذات نقطة الصفر على الجانب لاتجاه واحد فقط للتيار ونتيجة لذلك فهى تستخدم للتيار المستمر فقط ولتجنب الانحراف الخاطىء للمؤشر يزود أحد أطراف التوصيل بعلامة (+) لكى يوصل بها الطرف الموجب والطرف الآخر بعلامة (-) لكى يوصل بها الطرف السالب .

مزايا أجهزة القياس ذات المغناطيس الدائم :-

- ١ - تعتبر أكثر أجهزة القياس حساسية على الاطلاق .
- ٢ - أكثر أجهزة القياس دقة .
- ٣ - لها مقياس (تدريج) مدرج تدريجات منتظمة أى مقسمة تقسيماً خطياً .
- ٤ - القدرة المستهلكة فى ملفات الأجهزة ضئيلة للغاية .
- ٥ - لها قوة إخماد (تسكين) كافية .
- ٦ - يمكن إستعمال مجزئات التيار ومضاعفات الجهد لتكبير مدى القراءة للجهاز .

عيوب أجهزة القياس ذات المغناطيس الدائم :

- ١ - تلف الزنبركات وخصوصاً عند التحميل الزائد .
- ٢ - يقتصر إستخدامها على القياس للتيار المستمر فقط ويمكن استخدامها لقياس التيار المتغير بمساعدة الموحدات وفى هذه الحالة يقيس القيمة المتوسطة وليست القيمة الفعالة .
- ٣ - ارتفاع تكاليف تصنيعها بالنسبة للأجهزة الأخرى .
- ٤ - تأثر الجهاز بالمجالات المغناطيسية الخارجية .

استعمال أجهزة القياس ذات المغناطيس الدائم :

- ١ - يستعمل كأبهرمتر .
- ٢ - يستعمل كفولتمتر .
- ٣ - يستعمل كأوممتر لقياس المقاومات .
- ٤ - يستعمل كأفومتر لقياس كل من شدة التيار والضغط والمقاومة .

(ب) أجهزة القياس الدينامومترية (الكهروديناميكية) :

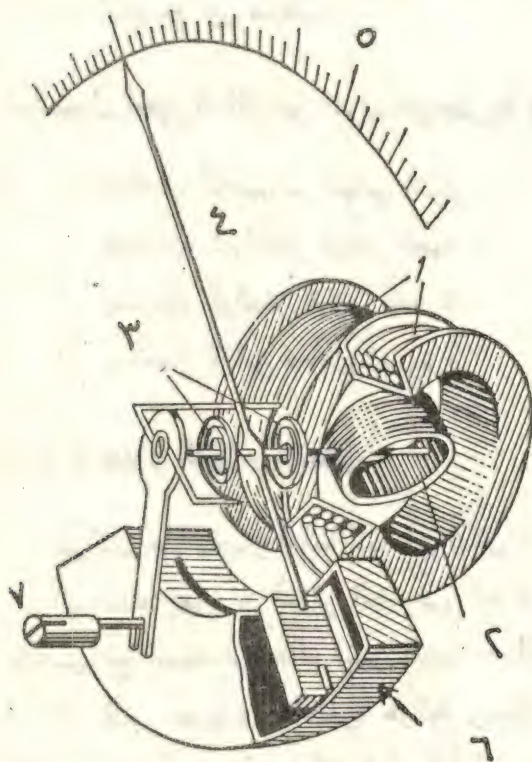
التركيب :- يتركب هذا الجهاز كما فى شكل (٣ - ١٧) (٣ - ١٨) من الأجزاء الآتية :-

- ١ - ملف المجال (أ) وهو ملف ثابت مكون من جزئين موضوعين بجوار بعضهما وقلبهما هوائى .
- ٢ - ملف المؤشر (ب) وهو ملف متحرك يوضع داخل الملف الثابت يتحرك حول محور يحمل فى أعلاه مؤشر .
- ٣ - زنبركين يوصلان التيار إلى الملف المتحرك ويستعملان فى نفس الوقت للحصول على قوة التحكم .

- ٤ - مؤشر يتصل بالملف المتحرك ويتحرك على تدريج .
- ٥ - تدريج يتحرك أمامة المؤشر وهو غير منتظم .
- ٦ - غرفة هوائية يتحرك فيها جناح خفيف من الألومنيوم متصل بالمؤشر وذلك لمنع ذبذبة المؤشر .
- ٧ - مسمار محوري لضبط المؤشر على صفر التدريج للجهاز .

نظرية التشغيل

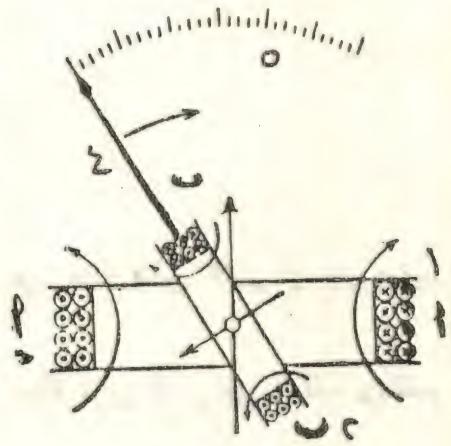
تعتمد نظرية تشغيل أجهزة القياس الدينامو مترى على التأثير المتبادل لقوى الجذب أو التنافر بين مجالين مغناطيسيين ناشئين من مرور تيارين بملفين متجاورين أحدهما ثابت والآخر قابل للحركة ولذلك عندما يوصل الملفان بالتيار وهما فى الاتجاه المفروض والمبين فى شكل (٣ - ١٧) عندئذ يولد فى كل ملف مجالا مغناطيسيا يكون موازيا لمحور هذا الملف كما بالشكل وتسعى المجالات المغناطيسية لكى تأخذ اتجاهاً واحداً متوازياً ونتيجة لذلك يتحرك الملف المتحرك (ملف المؤشر) ويتوقف مقدار قوة الدوران على شدة التيار فى الملف الثابت وكذلك فى الملف المتحرك .



جهاز القياس الديناموى مترى

شكل (١٨ - ٢)

- ١ - ملف المجال .
- ٢ - ملف المؤشر .
- ٣ - زنبركين لتوصيل التيار والتحكم .
- ٤ - مؤشر .
- ٥ - تدريج غير منتظم .
- ٦ - غرفة هوائية .
- ٧ - مسمار لضبط صفر التدريج .



جهاز القياس الدينامو مترى

شكل (١٧ - ٢)

وإذا انعكس اتجاه التيار فى الملفات الثابتة فإنه ينعكس كذلك فى الملف المتحرك ولذلك يصلح هذا الجهاز للإستعمال فى دوائر التيار المستمر والتيار المتغير ولما كانت القراءة تتناسب مع حاصل ضرب التيارين المارين فى الملفين لذلك نجد أن تدريج المقياس تربيعيا أى غير منتظم .

مزايا أجهزة القياس الدينامومترية (الكهروديناميكية) :

- ١ - الدقة العالية .
- ٢ - صلاحيتها للإستعمال فى دوائر التيار المستمر والتيار المتردد .

عيوب أجهزة القياس الدينامومترية (الكهروديناميكية) :

- ١ - زيادة القدرة المفقودة فى دوائرها بدرجة كبيرة .
- ٢ - تأثرها بالمجالات المغناطيسية الشاردة .
- ٣ - عدم تحملها للتيارات الزائدة .
- ٤ - ارتفاع أسعارها .
- ٥ - التدريج غير منتظم .

استعمال أجهزة القياس الدينامومترية (الكهروديناميكية) :

- ١ - يستعمل كامبومتر لقياس التيار .
- ٢ - يستعمل كفولتمتر لقياس الجهد .
- ٣ - يستعمل كواتمتر لقياس القدرة .
- ٤ - يستعمل لقياس معامل القدرة .

٤ - ٨ جهاز القياس الحثى :

يتركب هذا الجهاز أساسا كما فى شكل (٣ - ١٩) من :

- ١ - ملف يمر به المؤثر الكهربى المراد قياسه (التيار فى حالة قياس التيار أو تيار صغير يتناسب مع الجهد فى حالة قياس الجهد ... الخ) .
- ٢ - قلب حديدى به ثغرة هوائية ويمثل مغناطيس فى حالة مرور التيار فى الملف وينقسم القطب المغناطيسى قرب الثغرة الهوائية إلى جزئين .
- ٣ - حلقة نحاسية موضوعة على أحد شطرى القطب المغناطيسى وحررة الحركة وتعمل كملف ثانوى على القصر .

٤ - قرص من الألومنيوم يتحرك خلال الشفرة الهوائية يرتكز على محور به ترس يمكن أن ينقل الحركة .

٥ - زنبرك مثبت في القرص ليتحكم في حركته .

٦ - مؤشر متصل بقرص على شكل ترس يرتكز بحيث يلامس محور القرص وبذلك تنتقل الحركة عن طريق هذه التروس إلى المؤشر الذي يتحرك على تدريج غير منتظم .

نظرية عمله :

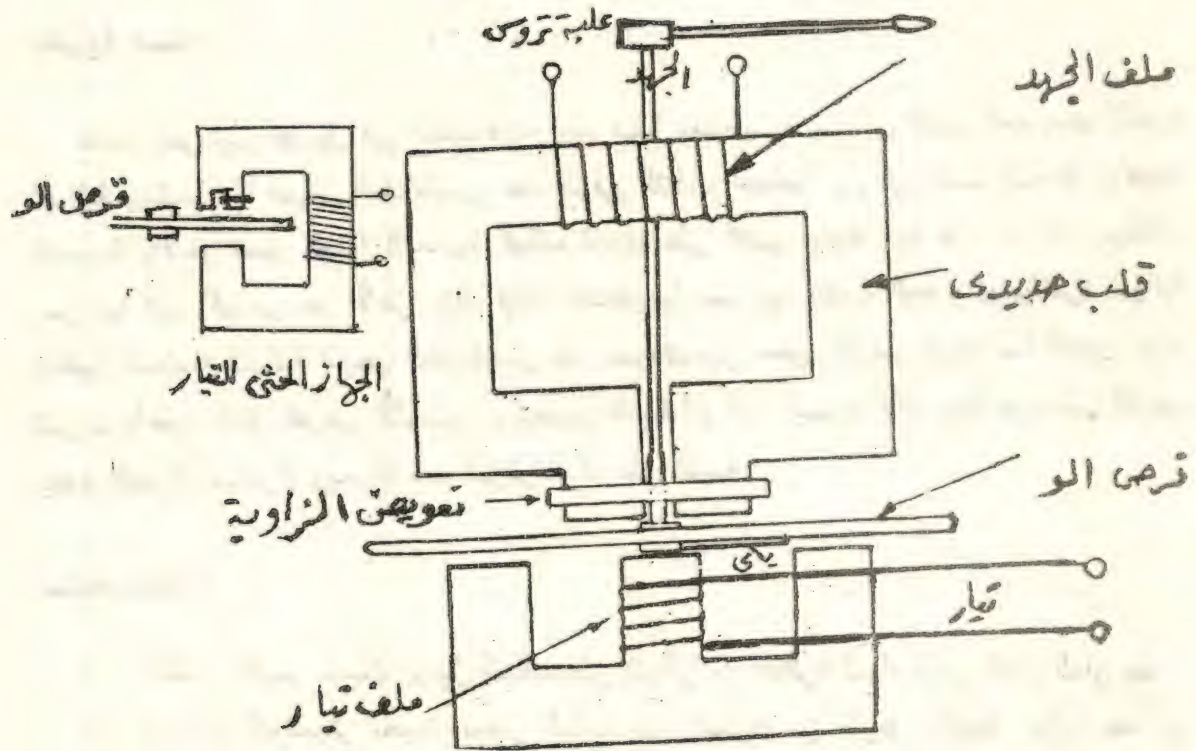
عندما يمر تيار كهربى فى الملف فإنه يولد فيضا مغناطيسيا يمر فى القلب الحديدى والشفرة الهوائية وينقسم هذا الفيض المغناطيسى عند طرفى القطب أحدهما يمر فى القسم المحاط بالحلقة النحاسية والآخر تعمل الحلقة النحاسية كملف ثانوى على القصر فيتولد فيها ق . د . ك . وبذلك يمر بها تيار كهربى هو الآخر يولد فيضا مغناطيسيا يمر فى القلب الحديدى والشفرة الهوائية وتكون المحصلة النهائية للفيض المغناطيسى غير عمودى على محور القرص نتيجة لهذا الفيض تتولد تيارات داخلية داخل القرص الألومنيوم وتطبق قاعدة لنز ليد اليسرى فإنه ينشأ عزم على القرص يدفعه للحركة فيتحرك ويحرك معه المؤشر الدال على القيمة .

استخداماته :

- ١ - يستخدم كاميتير بحيث يوصل الملف على التوالى مع الدائرة المراد قياس التيار المار بها .
 - ٢ - يستخدم كفولتميتر بحيث يوصل الملف على التوازي عن طريق مقاومة عالية جداً مع الجهد .
 - ٣ - يستخدم فى قياس القدرة الفعالة (وات) وفى هذه الحالة فإنه يتكون من ملفين أحدهما يوصل على التوالى مع التيار والآخر يوصل على التوازي مع الجهد عن طريق مقاومة عالية جداً ويتناسب العزم على القرص مع حاصل ضرب الجهد فى التيار وجيب تمام الزاوية التى بينهما .
 - ٤ - يستخدم فى قياس القدرة الغير فعالة (فار) وذلك بتوصيل ملف الجهد محاطة عالية جداً .
 - ٥ - يستخدم فى قياس الطاقة .
 - يستخدم لقياس الطاقة (ك . و . س) وهى العدادات الموجودة لقياس الاستهلاك الكهربى وفى هذه الحالة لا يوصل القرص بقوة تحكم ولكن يتحرك باستمرار وأثناء حركته فإنه يحرك عدة تروس تحرك معها أرقام تدل على الاستهلاك .
 - ٦ - يستخدم فى أجهزة الوقاية .
- فالعزم المتولد فى القرص الألومنيوم كبير نسبياً بالنسبة الى غيره ولذلك عندما يزيد التيار عن حد معين يمكن للقرص أن يحرك المؤشر لكى يعمل على توصيل دائرة فصل للنظام .

عيوبه :

- ١ - عدم انتظامية التدريج فى حالة الجهد والتيار .
- ٢ - لا يستخدم الا فى حالة التيار المتردد فقط .



شكل (٢ - ١٩) جهاز القياس الحثى للقدرة

- ١ - ملف يمر به المؤثر الكهربى .
- ٢ - قلب حديدى .
- ٣ - حلقة قصر نحاسية على أحد جزئى القطب العلوى للشفرة الهوائية .
- ٤ - قرص من الألومنيوم .
- ٥ - زنبرك .
- ٦ - مؤشر .
- ٧ - تدريج غير منتظم .

٣ - ٩ جهاز القياس الاستاتيكي

التركيب : يتركب هذا الجهاز كما فى شكل (٣ - ٢٠) من الأجزاء الآتية ،
 ١ - لوحين من المعدن متوازيين وثابتين ومتصلين معا ويتصلا بأحد طرفى الدائرة الكهربائية .
 ٢ - لوح من الألمونيوم مربع دائرى متحرك مركب على عمود دوران ، ويتصل بطرف الدائرة
 الكهربائية الثانى .

٣ - زنبركان لولبيان تثبت بالعمود الدور المتصل باللوح المتحرك لتحقيق نظام التحكم .

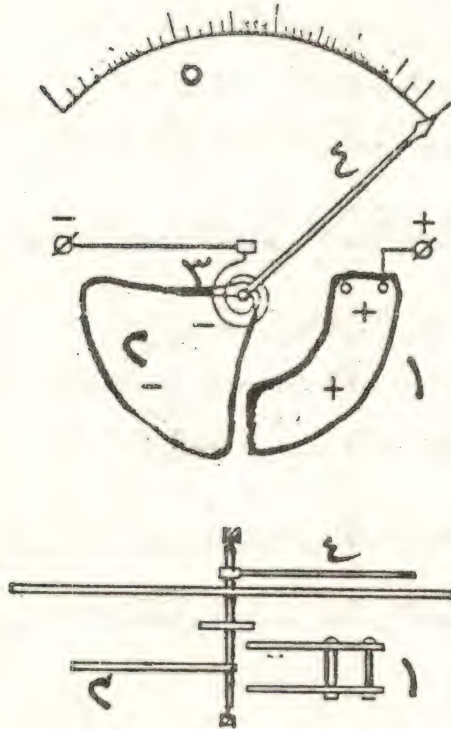
٤ - مؤشر الجهاز ويتحرك بحركة اللوح المتحرك .

٥ - تدريج يتحرك أمامه المؤشر وهو غير منتظم .

ويلاحظ أن قوة الاخمداد (التسكين) فى الأجهزة تتم بطريقتين :

الطريقة الأولى : باستخدام التيارات الإعصارية المتولدة فى رقيقة من الألمونيوم مثبتة
 بالعمود الدور . وتتحرك فى ثغرة هوائية لمغناطيس دائم ، فتتولد أثناء الحركة تيارات إعصارية ،
 تعمل على تخميد ذبذبة المؤشر وثبات القراءة .

الطريقة الثانية : فتتم بتثبيت كباس بعمود الدوران ، ويعمل الكباس داخل إسطوانة مغلقة
 من أحد طرفيها .



- ١ - لوحين من المعدن متوازيين
- ٢ - لوح من الألمونيوم ربع دائرى
- ٣ - زنبرك لولبي
- ٤ - مؤشر الجهاز
- ٥ - تدريج غير منتظم

جهاز قياس الاستاتيكي
 (شكل ٣ - ٢٠)

نظرية التشغيل :

تعتمد نظرية تشغيل أجهزة القياس الاستاتيكية (الكهروستاتيكية) على قوة الجذب أو التنافر الناتجة من التأثير المتبادل بين المجالات الكهربائية الناشئة على لوحين معدنيين (أو أكثر) متقاربين وبينهما عازل مناسب . فإذا سلط جهد مناسب بين الألواح الثابتة والمتحركة ، ينشأ مجال كهربائي في الفراغ الذي يفصل اللوحين وتكون الشحنة الموجودة على أحد اللوحين موجبة ، والشحنة على اللوح الآخر سالبة . ولما كانت الشحنات المختلفة القطبية تتجاذب ، لذلك تنشأ قوة تجاذب بين اللوحين الثابتين وبين اللوح المتحرك وبواسطة قوة التجاذب هذه يمكن قياس الجهد المسلط عبر الألواح الثابتة والألواح المتحركة وتعمل هذه الأجهزة مع دوائر التيار المستمر ودوائر التيار المتردد ، ومن المعروف أن قوى التجاذب تتناسب مع حاصل ضرب الشحنتين الموجودتين على سطحي الألواح الثابتة والمتحركة . وحيث أن الشحنتين المتولدتين متساويتان ونواتجتان من الجهد المراد قياسه لذلك فإن عزم الدوران يتناسب مع مربع الجهد المقاس في الدائرة لذلك نجد تدرج المقياس تربيعياً أى غير منتظم .

مزايا أجهزة القياس الاستاتيكية :

- ١ - عدم وجود فقد يذكر في القدرة .
- ٢ - صلاحيتها للاستعمال لدوائر التيار المستمر والتيار المتردد .
- ٣ - لا تتأثر دقتها بالتردد وشكل الموجة .
- ٤ - لا تتأثر بالمجالات المغناطيسية الشاردة .

عيوب أجهزة القياس الاستاتيكية :

- ١ - انخفاض حساسيتها في القياسات الضعيفة .
- ٢ - تأثرها بالمجالات الكهربائية الشاردة .
- ٣ - ارتفاع سعرها نسبياً وكبر حجمها .

استعمال أجهزة القياس الاستاتيكية (الكهروستاتيكية) :

- ١ - يستعمل كفولتметр لقياس الجهد .

(٣ - ١٠) ملخص لأهم عناصر الباب الثالث

● الأسس الكهربائية لتشغيل أجهزة القياس :

- تأثير كهرومغناطيسى (حثى) .
- تأثير حرارى .
- تأثير كيميائى .
- تأثير كهروضوئى .
- تأثير كهروستاتيكي .

● القوى الميكانيكية اللازمة لكي يعمل جهاز قياس :

- قوى الدفع (عزم الانحراف) .
- قوى التحكم (عزم التحكم) .
- قوى التخميد (عزم التسكين) .
- قوى الاحتكاك .

● قوى الدفع (عزم الانحراف) :

هى القوى التى تحول التيار الكهربى أو الظواهر المصاحبة له إلى قوى ميكانيكية تعمل على تحريك أو إدارة الجزء القابل للحركة بجهاز القياس .

● قوى التحكم (عزم التحكم) :

هى عبارة عن قوى مضادة لقوى الدفع وكلما زادت قوة الدفع زادت أيضا قوة التحكم ويقف المؤشر عندما يتساوى قوة الدفع وقوة التحكم .

● قوى التخميد (عزم التسكين) :

هى عبارة عن قوى لتحقيق ثبات المؤشر بسرعة فى وضعه الجديد وبحيث تمنع هذه القوى التذبذب للمؤشر عند دوران الجزء المتحرك بالجهاز .

● قوى الاحتكاك :

هى القوى الناتجة فى كراس التحميل التى يدور فيها عمود الدوران .

- للحصول على قوى التحكم بأجهزة القياس يستخدم :

- ١ - سلك زنبرك حلزوني
- ٢ - أوزان قابلة للضغط تثبت بالجزء المتحرك .
- لمنعذبذبة المؤشر عن طريق إستخدام إحدى طرق الاخمد (التسكين) الآتية :
 - (أ) التخميد باحتكاك الهواء .
 - (ب) التخميد باحتكاك السوائل .
 - (ج) التخميد بالتيارات الإعصارية

● الأجزاء الرئيسية لأجهزة القياس :

- ١ - الفلاف الخارجى .
- ٢ - الجزء المتحرك وكراسى عمود الدوران .
- ٣ - المؤشر .
- ٤ - التدريج (المقياس) .
- ٥ - المصحح .
- ٦ - الأوزان الموازنة .
- ٧ - المغناطيس الدائم .

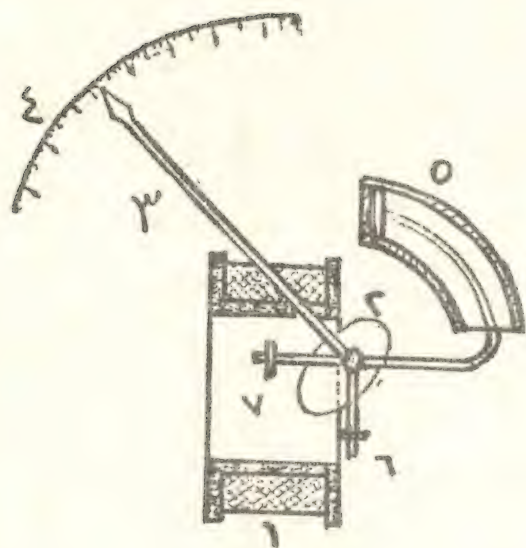
● التدريج (المقياس) :

- غير منتظم بأجهزة القياس ذات السلك الحرارى .
- غير منتظم بأجهزة القياس ذات القلب الحديدى المتحرك .
- منتظم بأجهزة القياس ذو الملف المتحرك والمغناطيس الدائم .
- غير منتظم بأجهزة القياس الدينامومترية .
- غير منتظم بأجهزة القياس الاستاتيكية .

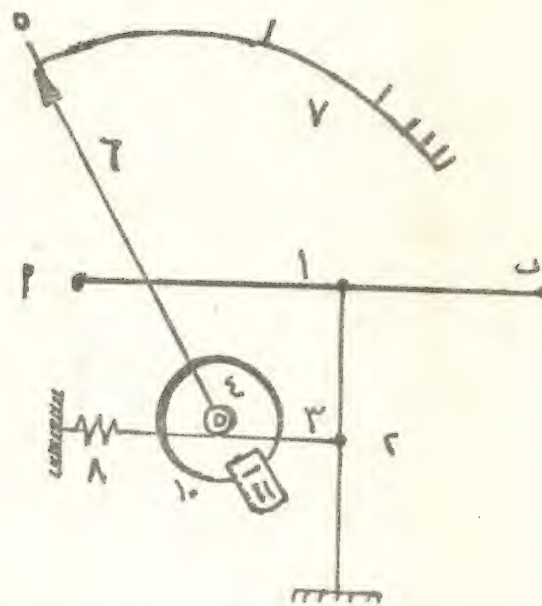
(٣ - ١١) أسئلة الباب الثالث

- ١ - ماهى التأثيرات الكهربائية لتشغيل أجهزة القياس ؟
- ٢ - ماهى القوى الميكانيكية اللازمة لكى يعمل جهاز قياس ؟
- ٣ - عرف ما يأتى بالنسبة إلى أجهزة القياس الكهربائية :
 - (أ) قوى الدفع .
 - (ب) قوى التحكم .
 - (ج) قوى التخميد .
 - (د) قوى الاحتكاك .
- ٤ - ماهى الأجزاء الرئيسية التى يتكون منها جهاز القياس الكهربى ؟
- ٥ - اذكر طرق الحصول على قوى التحكم بأجهزة القياس الكهربائية مع شرح إحدى الطرق موضحاً ذلك بالرسم ؟
- ٦ - لمنعذبذبة المؤشر بأجهزة القياس الكهربائية تستخدم طرق مختلفة :
 - (أ) اذكر هذه الطرق .
 - (ب) إختار أحد هذه الطرق وشرحها مستعينا بالرسم .
- ٧ - للحصول على عامل جودة ممتاز يراعى عند تصنيع أجهزة القياس الكهربائية عدة عوامل أذكر هذه العوامل .
- ٨ - اكمل العبارات الآتية بالكلمات المناسبة :
 - (أ) يستخدم الغلاف الخارجى لحماية لجهاز القياس من الأضرار
 - (ب) فى أجهزة القياس الدقيقة تستخدم كراسى من أما فى أجهزة القياس الصناعية من مرتبة الدقة ٢,٥ ، ٥ فتستخدم كراسى مصنوعة من أو
 - (ج) يجب أن يكون المؤشر وذلك لتقليل الأوزان على
- ٩ - الشكل (٣ - ٢١) يوضح تركيب أحد أجهزة القياس والمطلوب :
 - (أ) إسم الجهاز .
 - (ب) كتابة أسماء الأجزاء المرقمة بالشكل .
 - (ج) استعمال الجهاز .
 - (د) نظرية تشغيل الجهاز .
 - (هـ) مزايا وعيوب هذا الجهاز .
- ١٠ - الشكل (٣ - ٢٢) يوضح تركيب أحد أجهزة القياس والمطلوب : -

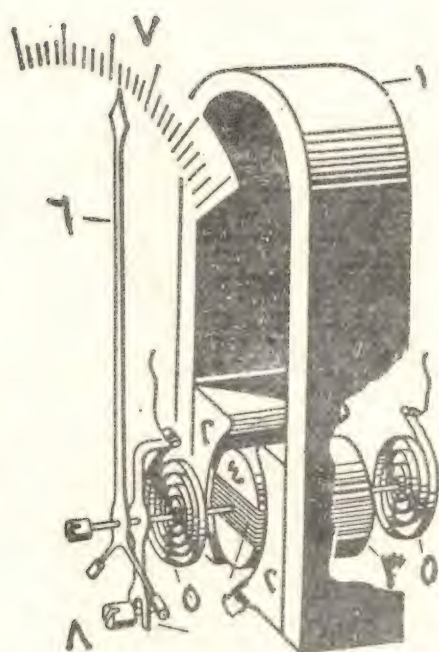
- (أ) إسم الجهاز .
- (ب) كتابة أسماء الأجزاء المرقمة بالشكل .
- (ج) نظرية تشغيل الجهاز .
- ١١ - الشكل (٣ - ٢٣) يوضح تركيب أحد أجهزة القياس والمطلوب :
- (أ) إسم الجهاز .
- (ب) كتابة أسماء الأجزاء الموضحة بالشكل
- (ج) نظرية تشغيل الجهاز .
- ١٢ - ماهى مزايا وعيوب واستعمال أجهزة القياس ذات القلب الحديدى المتحرك
- ١٣ - الشكل (٣ - ٢٤) يوضح تركيب أحد أجهزة القياس والمطلوب :
- (أ) إسم الجهاز .
- (ب) كتابة أسماء الأجزاء الموضحة بالشكل .
- (ج) استعمال الجهاز .
- (د) نظرية تشغيل الجهاز .
- (هـ) مزايا وعيوب هذا الجهاز .
- ١٤ - إشرح مع الرسم تركيب ونظرية تشغيل جهاز القياس الدينامومتري ثم أذكر مميزاته وعيوبه واستعماله .
- ١٥ - اشرح مع الرسم تركيب ونظرية تشغيل جهاز القياس الاستاتيكي ثم اذكر مميزاته وعيوبه واستعماله .
- ١٦ - أذكر هل التدريج منتظم أو غير منتظم والسبب لكل من :
- (أ) أجهزة القياس ذات السلك الحرارى .
- (ب) أجهزة القياس ذات الملف المتحرك والمغناطيس الدائم .
- ١٧ - أذكر الفرق بين الجهاز الحثى لقياس القدرة والجهاز الحثى لقياس التيار .



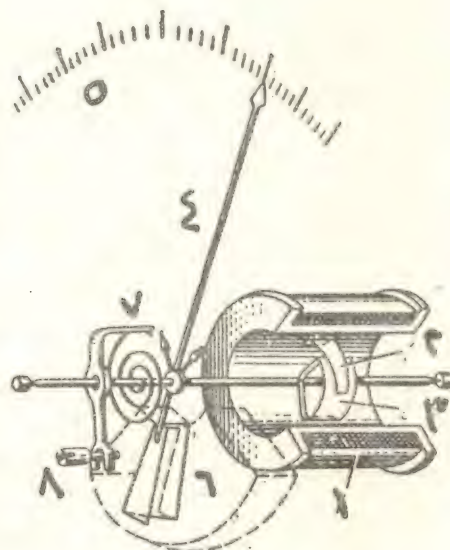
شکل (۲۲-۲)



شکل (۲۱-۲)



شکل (۲۳-۲)



شکل (۲۴-۲)



الباب الرابع

أجهزة القياس الكهربائية

يهدف هذا الباب الى معرفة الآتى :

- (١ - ٤) جهاز الجلفانومتر : توصيله واستخدامه فى كوبرى وينستون .
- (٢ - ٤) جهاز الامبيرمتر : توصيله واستخدامه .
- (٣ - ٤) جهاز الفولتمتر : توصيله واستخدامه .
- (٤ - ٤) جهاز الأومترمتر : توصيله واستخدامه .
- (٥ - ٤) جهاز الميجر : تركيبه - توصيله - استخدامه .
- (٦ - ٤) جهاز الافومتر : تركيبه - توصيله - استخدامه .
- (٧ - ٤) جهاز الامبيرمتر كماشة : تركيبه - استخدامه .
- (٨ - ٤) المجزىء والمضاعف :
- (١ - ٨ - ٤) مجزئات التيار واستخدامها فى مضاعفة مدى الامبيرمتر .
- (٢ - ٨ - ٤) مضاعفات الجهد واستخدامها فى مضاعفة مدى فرق الجهد .
- (٩ - ٤) ملخص لأهم عناصر الباب الرابع .
- (١٠ - ٤) اسئلة للمراجعة .

(٤ - ١) جهاز الجلفانومتر توصيله واستخدامه فى قنطرة وينستون :

الجلفانومتر : جهاز يستخدم لقياس شدة التيار أو الجهد أو أية كمية كهربائية ذات قيمة متناهية فى الصغر ، وهو جهاز قياس بقراءة مباشرة ، ويمتاز بأن حساسيته عالية وتصنف الجلفانومترات حسب طريقة التشغيل ، إلى نفس المجموعات التى صنف إليها أجهزة القياس . فهناك جلفانومترات بملف متحرك ، وجلفانومترات بقلب حديدى متحرك وجلفانومترات كهروديناميكية وأخرى كهروستاتيكية . وأكثر الجلفانومترات شيوعا فى الاستخدام هى الجلفانومترات بملف متحرك ومغناطيسى دائم ، والجلفانومترات الكهروديناميكية .

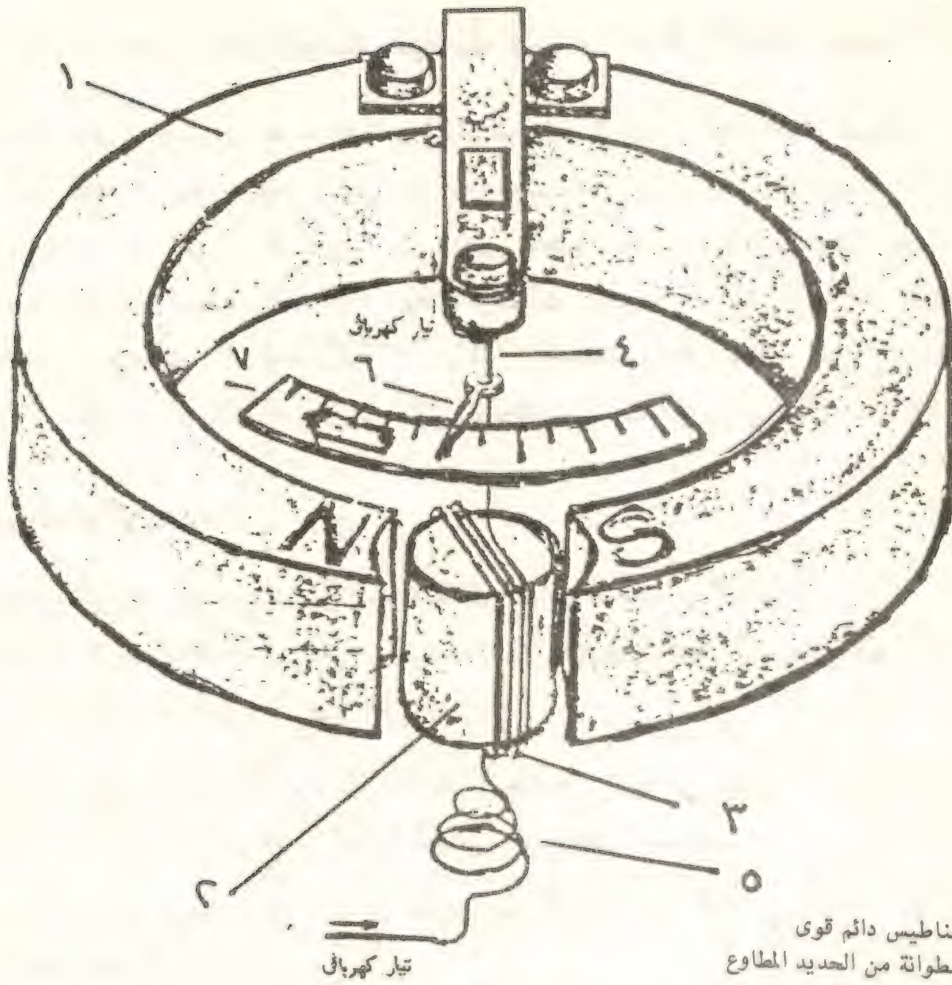
استعمال الجلفانومترات :

- ١ - قياس التيارات الصغيرة ، مثل المستعملة فى قياس المقاومات العالية .
 - ٢ - قياس القوى الدافعة الكهربائية الضعيفة ، مثل القوى الدافعة الكهربائية الحرارية وهى الناتجة من الإزدواج الحرارى .
 - ٣ - قياس بيان تساوى الجهود بين النقط المختلفة ، كما فى دوائر معايرة الأجهزة بطرق المقارنة . فتستخدم مثلا فى دوائر قنطرة القياس ، ومع مجزئات الجهد .
 - ٤ - قياس بيان تساوى شدة تيارين مارين فى فرعين من دائرة كهربائية ، كما فى دوائر معايرة الأجهزة بطرق المقارنة .
 - ٥ - قياس النبضات الكهربائية ، أو الكميات الكهربائية الضعيفة والمارة فى الدائرة الكهربائية لفترة زمنية قصيرة للغاية .
- وفيما يلى شرح مبسط لتركيب ونظرية التشغيل لأهم أنواع الجلفانومترات المستخدمة فى طرق المعايرة بالمقارنة .

الجلفانومتر بملف متحرك المستخدم فى نظم دوائر التيار المستمر :

التركيب : يتركب هذا الجهاز كما فى شكل (٤ - ١) من الأجزاء الآتية :

- ١ - مغناطيس قوى ذى قطبين مقعرين متقابلين (ش ، ج) مصنوع من أحد السبائك الحديثة .
- ٢ - اسطوانة من الحديد المطاوع وبينها وبين القطبين ثغرة هوائية ، والغرض من هذه الاسطوانة هو جعل المجال المغناطيسى منتظما فى الثغرة الهوائية وتقليل المقاومة المغناطيسية بين الأقطاب .



شكل (١ - ٤)

جهاز القياس ذو الملف المتحرك

- ١ - مغناطيس دائم قوى
- ٢ - اسطوانة من الحديد المطاوع
- ٣ - ملف مستطيل
- ٤ - شريط رفيع من البرونز
- ٥ - زنبرك للتحكم ودخول التيار
- ٦ - مؤشر
- ٧ - تدريج

- ٣ - ملف مستطيل يحيط بالاسطوانة مصنوع من سلك النحاس المعزول وملفوف على إطار خفيف من الألمونيوم
- ٤ - شريط رفيع من البرونز الفوسفوري معلق به الملف • بحيث يسهل دوران الملف بين الاسطوانة وقطبي المغناطيس ونخرج التيار من طرفه •
- ٥ - زنبرك يتصل بالجزء السفلى للتحكم في حركة الملف ويدخل التيار من طرفه •
- ٦ - مؤشر الجهاز ويتحرك على تدريج منتظم يتحرك بحركة الملف المتحرك ومثبت مع شريط البرونز الفوسفوري •
- ٧ - تدريج يتحرك أمامه المؤشر وهو منتظم •
- مثبت على شريط البرونز الفوسفوري ببعض أجهزة الجلفانومترات ذات الملف المتحرك مرآة صغيرة تعين بواسطتها زاوية انحراف الملف ، وذلك بتسليط شعاع ضوئي ثابت على المرآة

وقياس زاوية إنحراف الشعاع المنعكس بواسطة مقياس مصنوع من مادة نصف شفافة بدلا من المؤشر والتدريج .

نظرية التشغيل :

ينتج عزم الدوران ، عندما يمر بالملف التيار المراد قياسه ، إذ يتولد بالملف مجال مغناطيسى يحدث بينه وبين مجال المغناطيس الدائم تأثير متبادل يعمل على إدارة الملف وكما سبق أن بينا فى أجهزة القياس بملف متحرك ، وأثناء الدوران يقاوم سلك التعليق والزنبرك حركة الملف فيستقر الملف والمؤشر فى وضع معين . وعند قطع التيار يفقد الملف مغناطيسيته ويرجع إلى وضعه الأسمى بتأثير الزنبرك .

كوبرى « قنطرة » وينستون

يستخدم كوبرى وينستون لتعيين مقاومة مجهولة باستخدام ثلاث مقاومات معلومة وتعتبر من أدق الطرق لتعيين مقاومة مجهولة وأكثرها إستعمالا .

ويتكون الكوبرى من أربع أذرع أ ب ، ب ج ، ج د ، د أ كما فى شكل (٤ - ٢) مقاومتها ١م ، ٢م ، ٣م ، م س على الترتيب وتشكل م س ذراع الكوبرى للمقاومة المجهولة المراد قياسها ، وتمثل م ٣ المقاومة العيارية وتتراوح قيمتها بين أوم واحد وألف أوم ، ومن الممكن تغيير قيمتها على درجات قيمة كل درجة منها أوم واحد . وتوصل المقاومات على شكل مربع أ ب ح د كما بالشكل وتمثل م ١ ، م ٢ أذرع النسبة بالكوبرى (القنطرة) ولها قيم مختلفة هى ١ ، ١٠ ، ١٠٠ ، ١٠٠٠ أوم ويوصل جلفانومتر حساس (G) بين زوج من الأركان المتقابلة وليكن ب ، د ومعه مفتاح . وتوصل بطارية بين الزوج الآخر من الأركان أ ، ح ومعه مفتاح البطارية ، عند تشغيل قنطرة وينستون يقفل مفتاح البطارية أولا ، حتى يسمح للتيار بالمرور فى ذراعى المقاومة قبل المرور بدائرة الجلفانومتر ، لتجنب فعل التيارات التأثيرية .

ويضبط الجلفانومتر ثم يقفل مفتاح الجلفانومتر وتضبط قيم المقاومات ١م ، ٢م ، ٣م حتى تكون قراءة الجلفانومتر صفرا وفى هذه الحالة تكون القنطرة (كوبرى وينستون) فى وضع الإمتزان فإذا فرض فى حالة الإمتزان أن التيار المار خلال ذراعى المقاومة ١م ، ٢م هو ش ١ والتيار المار خلال ذراعى المقاومة ٣م ، م س هو ش ٣ .

وبما أن الجهد عند ب = الجهد عند د

ويكون فرق الجهد بين ب ، أ = فرق الجهد بين د ، أ

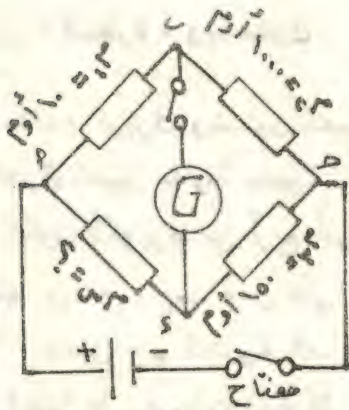
أى أن م ١ ش ١ = م س ش ٣ (٤ - ١)

ويكون كذلك فرق الجهد بين ب ، ج = فرق الجهد بين د ح
 أى أن $۲ م ش ۱ = ۳ م ش ۲$ (۲ - ۴)
 ومن المعادلتين (۱ - ۴) ، (۲ - ۴) نجد أن

$$\frac{۲ م}{۳ م} = \frac{۱ م}{۲ م}$$

$$\frac{۳ م \times ۱ م}{۲ م} = \text{أى أن } ۲ م ش$$

مثال ١ - مقاومات الأذرع فى قنطرة وينستون مأخوذة فى ترتيب دائرى هى ۱۰ ، ۱۰۰ ، ۱۵۰ ، ۲ م أوم وقد شوهد أن جهاز الجلفانومتر يقرأ صفراً أحسب قيمة المقاومة س فى شكل (۳ - ۴)
 الحل ١ - : قراءة الجلفانومتر صفراً .
 ٢ - : القنطرة فى وضع الاتزان .



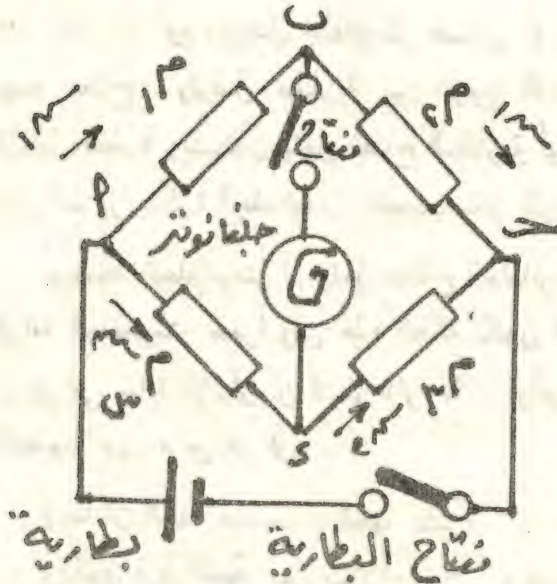
شكل (۳ - ۴)

$$\frac{۲ م}{۳ م} = \frac{۱ م}{۲ م} \text{ أى } ۲ م ش$$

$$\therefore ۲ م ش = \frac{۳ م \times ۱ م}{۲ م} = \frac{۱۵۰ \times ۱۰}{۱۰۰} = ۱,۵ \text{ أوم}$$

(۲ - ۴) جهاز الأمبيرومتر توصيله واستخدامه :

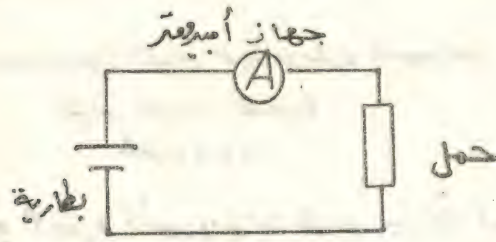
خصائص الأمبيرومترات :



قنطرة وينستون شكل (۲ - ۴)

الأمبيرومترات هى أجهزة القياس الكهربائية التى توصل على التوالى بالدائرة الكهربائية لقياس شدة التيار بها . ووحدة قياس شدة التيار وهى الأمبير . وتتميز الأمبيرومترات بصفر مقاومتها الداخلية . حتى لا يودى توصيلها بالدائرة ، إلى وجود هبوط فى الجهد عبر أطراف الجهاز مما يؤثر على دقة القياس . كما أن انخفاض مقاومة الجهاز ، يعمل على تحسين أدائه ، لأن ذلك يقلل القدرة المفقودة بملفات الجهاز .

وشكل (٤ - ٤) يوضح توصيل جهاز أمبيرومتر بالتوالى مع حمل لقياس شدة التيار المار فى الدائرة . وقد سبق أن درسنا فى الأبواب السابقة تركيب ونظرية تشغيل بعض أنواع أجهزة القياس ونذكر ، بعض الملاحظات عند استخدامها كأمبيرومترات .



قياس شدة التيار بواسطة الأمبيرومتر .

شكل (٤ - ٤)

- استخدام أجهزة القياس ذات السلك الحرارى كأمبيرومترات :-

يستخدم الجهاز وحده دون ملحقات كأمبيرومتر لقياس تيارات تصل شدتها الى ٠.٥ أمبير فقط . أما بالنسبة للتيارات العالية ، فيستخدم مع الجهاز مجزئات تيار ، ومن أهم المجالات التى تستخدم فيها قياس التيارات ذات التردد العالى .

- استخدام أجهزة القياس ذات القلب الحديدى المتحرك كأمبيرومترات :

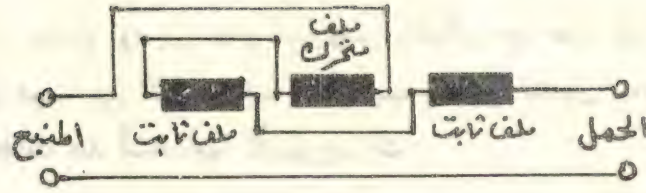
يستخدم الجهاز وحده دون ملحقات كأمبيرومتر لقياس تيارات تتراوح شدتها بين ٣ مللى أمبير الى ٥٠٠ أمبير وتحمل هذه الأجهزة التيارات الزائدة ، دون استخدام مجزئات تيار . وقد تستخدم مع محولات التيار ، حيث توصل بالملفات الثانوية للمحول ، وتعاير ، لقياس التيارات التى لا تتعدى شدتها ٥ أمبير ، بينما توصل الملفات الابتدائية للمحول بالدائرة المراد قياس شدة التيار العالى بها .

- استخدام أجهزة القياس ذات الملف المتحرك والمغناطيس الدائم كأمبيرومترات :

تستخدم هذه الأجهزة وحدها - أى دون ملحقات - كأمبيرومترات لقياس تيارات مستمرة ذات شدة ضعيفة للغاية ، من صفر حتى ٢٥ ميكرو أمبير . ولاستخدامها لقياس تيارات عالية تصل الى ٢٠٠ أمبير ، توصل معها على التوازي مجزئات تيار مصنوعة من المنجانيق ومقاومتها صغيرة جدا .

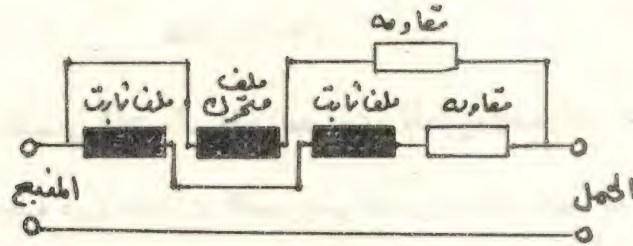
- استخدام أجهزة القياس الدينامومترية (الكهرو ديناميكية) كأمبيرومترات :

يستخدم الجهاز وحده دون ملحقات - كأمبيرومتر لقياس تيارات تتراوح شدتها بين ٠.١ أمبير الى ٥٠ أمبير ، وفى هذه الحالة ، توصل الملفات الثابتة مع الملفات المتحركة على التوالى كما هو مبين بشكل (٤ - ٥) .



استخدام جهاز القياس الدينامومتري كأمبيرومتر
لقياس التيارات الصغيرة
شكل (٤ - ٥)

أما إذا استخدمت مثل هذه الأجهزة كأمبيرومترات لقياس تيارات كبيرة ، تصل شدتها إلى ٣٠ أمبير ، فتوصل الملفات الثابتة مع الملفات المتحركة على التوازي . كما هو مبين بشكل (٤ - ٦) .



استخدام جهاز القياس الدينامومتري كأمبيرومتر
لقياس التيارات الكبيرة
شكل (٤ - ٦)

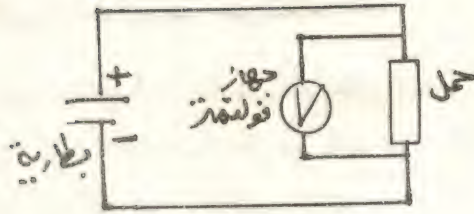
- استخدام أجهزة القياس الكهرواستاتيكية كأمبيرومترات :

تستخدم هذه الأجهزة أساساً كفولتمترات .

جهاز الفولتمتر توصيله واستخدامه

خصائص الفولتمترات :-

الفولتمترات هي أجهزة القياس الكهربائية التي توصل على التوازي بالدائرة الكهربائية عبر النقط المراد قياس فرق الجهد بينهما . ووحدة قياس فرق الجهد ، أو القوة الدافعة الكهربائية هي الفولت . وتتميز الفولتمترات بكبر مقاومتها الداخلية . وبذلك تضمن عدم مرور تيار ذي شدة كبيرة خلال ملفاتهما ، وبالتالي تقل القدرة المفقودة إلى أقل قدر ممكن وشكل (٤ - ٧) يوضح توصيل جهاز فولتمتر بالتوازي مع حمل لقياس الجهد على طرفيه . وقد سبق أن درسنا في الأبواب السابقة تركيب ونظرية تشغيل بعض أنواع أجهزة القياس ونذكر بعض الملاحظات عند استخدامها كفولتمترات .



توصيل الفولتметры فى الدائرة

شكل (٧ - ٤)

استخدام أجهزة القياس ذات السلك الحرارى كفولتметры :

يستخدم الجهاز وحده دون ملحقات كفولتметр ، لقياس الجهود بتردد عالى ، وقد تصل قيمتها حتى ١٠٠ فولت .

استخدام أجهزة القياس ذات القلب الحديدى المتحرك كفولتметры

نستخدم الفولتметры من هذا النوع دون ملحقات ، لقياس جهود تتراوح قيمتها بين فولت واحد و ٨٠٠ فولت ، دون استخدام مقاومات على التوالى .

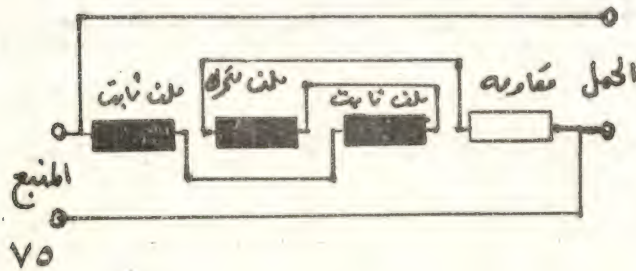
كما يمكن استخدام الفولتметры من هذا النوع مع محولات ضغط لقياس الجهود العالية . وتتراوح عدد لفات ملف أجهزة القياس ذات القلب الحديدى المتحرك بين لفه واحدة ، وعدة الاف من اللفات .

استخدام أجهزة القياس ذات الملف المتحرك والمغناطيس الدائم كفولتметры :

تستخدم هذه الاجهزة وحدها دون اى ملحقات ، كفولتметры لقياس جهود مستمرة قيمتها صغيرة للغاية ، من صفر حتى ١٠ ميللى فولت ، ولأستخدام اجهزة القياس بملف متحرك ومغناطيس دائم لقياس جهود عالية تصل الى ٨٠٠ فولت ، توصل معها على التوالى مقاومة عالية مصنوعة من المنجانيك

استخدام أجهزة القياس الدينامومترية (الكهروديناميكية) كفولتметры :

تستخدم هذه الأجهزة كفولتметры وذلك بتوصيل الملفات الثابتة مع الملفات المتحركة على التوالى ، مع مقاومة عالية من المنجانيك ، لزيادة مدى القياس ، ويبين شكل (٨ - ٤) طريقة توصيل الملفات فى أجهزة القياس الكهروديناميكية لأستخدامها كفولتметры .



طريقة توصيل ملفات أجهزة القياس الدينامومترية كفولتميتر

شكل (٨ - ٤)

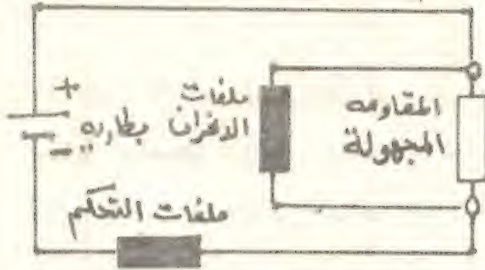
استخدام اجهزة القياس الكهرواستاتيكية كقولتمترات :

يستخدم الجهاز وحده دون ملحقات اساسا كقولتمتر لقياس الجهد عبر أطرافه ويتراوح هذا الجهد بين ٣٠ فولت الى ٢٠ كيلو فولت . وتوصل مع الجهات مكثفات تستخدم كمجزئات للجهد لاطالة نطاق قياسه حيث يصل الى اكثر من ١٥٠ كيلو فولت .

(٤ - ٤) جهاز الأومتر توصيله واستخدامه :

الأومترات هي الأجهزة التي تستعمل في قياس المقاومة قياسا مباشرا بواسطة مؤشر يتحرك على قياس مدرج بالأوم وفي هذه الحالة يكون القياس أكثر سهولة ويسرا من أساليب القياس غير المباشرة باستخدام قولتمتر وأمبيرومتر .

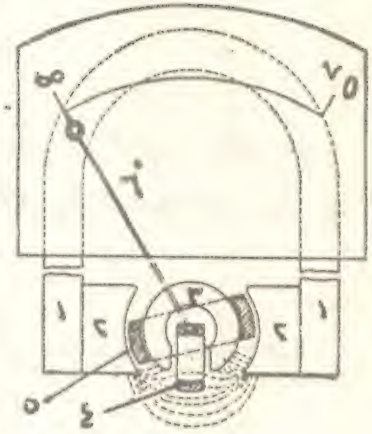
ولا يختلف تكوين هذا الجهاز عن اجهزة القياس بمغناطيس دائم وملف متحرك فيما عدا أنه بدون زنبرك تحكم شكل (٤ - ٩) يبين كيفية عمل وتركيب أحد أجهزة الأومترات ذو الملفين وهو أحد اجهزة القياس النسبية ، إذ يتكون من ملفين متعامدين (أو بينهما زاوية معينة) مثبتتين على عمود دوران مشترك ، ويتحرك الملفان داخل الثغرة الهوائية وتوصل نهايات الملفات بأسلاك توصيل ذات مقاومة ضئيلة جدا ، حتى لا تتأثر القراءة بوجودها ، ويوصل أحد الملفين ، بحيث يمر بها التيار المار بالمقاومة المراد قياسها أو تيار متناسب معه ، بينما يوصل الملف الآخر بالجهد المسلط عبر المقاومة المراد قياسها (بطارية) وعند مرور التيار الكهربائي في أي من الملفين فإنه ينشأ فيه مجال مغناطيسي ، ويحدث بين هذا المجال ومجال المغناطيس الدائم تأثير متبادل ، يؤدي الى إنتاج عزم دوران ، ويتم تحديد اتجاه التيار المار في كل ملف ، بحيث يكون عزم الدوران الناتجين متضادين في الاتجاه ، ويسمى أحد الملفين بملف التحكم ، بينما يطلق على الملف الآخر اسم ملف الانحراف ، فاذا مر التيار في ملف التحكم فقط . فإن المجموعة المتحركة تأخذ وضعا بحيث يقع المؤشر على احد جانبي المقياس معبرا عن القيمة ∞ أوم ، وإذا مر بملف الانحراف تيار القياس . أدى ذلك إلى إنحراف المجموعة المتحركة عن الوضع السابق ويقوم ملف التحكم في هذه الحالة ، بعمل عزم التحكم اللازم ، إذ يزيد عزمه المضاد بزيادة زاوية الانحراف ، حتى تحدث حالة الاتزان ، وتكون زاوية الانحراف الناتجة عن محصلة العزمين متناسبة مع النسبة بين الجهد والتيار المار بالمقاومة أي متناسبة مع $\frac{V}{I}$ وبالتالي متناسبة مع R (قيمة المقاومة المجهولة) ولقياس قيم المقاومات التي تتراوح قيمتها بين صفر ، ٥٠٠٠ أوم توصل ملفات التحكم وملفات الانحراف بالمقاومة المجهولة كما هو مبين بشكل (٤ - ١٠) .



شكل (١٠ - ٤)

طريقة توصيل ملفات جهاز الأوميمتر

- ١ - مفناطيس دائم
- ٢ - حذاء قطب
- ٣ - أسطوانة من الحديد المطاوع
- ٤ - ملفات تحكم
- ٥ - ملفات الانحراف
- ٦ - مؤشر الجهاز
- ٧ - تدريج الجهاز



شكل (٩ - ٤)

جهاز الأوميمتر

(٥ - ٤) جهاز قياس القدرة (الواتيمتر) :

القدرة التي تدخل أى دائرة تكون $Q = \text{ض} \cdot \text{ش}$. جتا حيث أن ض ، الجهد على طرفى الدائرة ، ش شدة التيار المار فى الدائرة ، ϕ تكون زاوية الانحراف بين الجهد والتيار .
ويتكون جهاز قياس القدرة عادة من ملفان الأول يمر به التيار والثانى يوصل بالجهد عن طريق مقاومة كبيرة ويسمى جهاز قياس القدرة بالواتيمتر .

استخدام الدينامومتر لقياس القدرة :

- ١ - يوصل الملف الثابت على التوالى مع الحمل وبذلك يمر به التيار المار فى الحمل أو نسبة من هذا التيار على حسب التوصيل الداخلى
- ٢ - يوصل الملف المتحرك على التوازي مع الحمل عن طريق مقاومة عالية ، وبذلك يتناسب التيار المار فى الملف المتحرك مع الجهد على طرفى الدائرة .

استخدام جهاز القياس الحثى فى قياس القدرة :

يوصل كجهاز الدينامومتري .

ويمكن أن يحول جهاز قياس القدرة الى جهاز قياس فار (القدرة الغير فعالة) وذلك باستبدال المقاومة فى شكل (٣ - ١٩) بمحاثة كبيرة أيضا .

(٤ - ٦) جهاز الميجر تركيبه - توصيله - استخدامه

جهاز الميجر أو الميجا أو ممتز جهاز نقالى يستعمل لقياس المقاومات الكبيرة والتي تقدر قيمتها بالميجا أوم كما يستعمل لاختبار مقاومات العزل للدوائر الكهربائية المختلفة . وشكل (٤ - ١١) يبين منظر خارجى لجهاز الميجر

ويتركب جهاز الميجر كما هو مبين بشكل (٤ - ١٢) من مولد كهربائى يدور باليد وجهاز أو ممتز مندمجين داخل صندوق واحد .

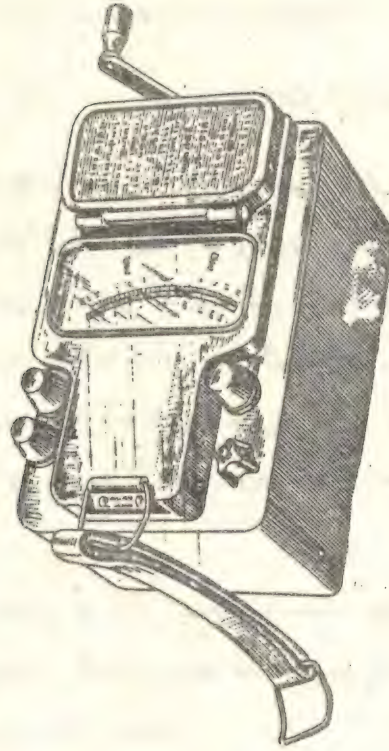
ويكون المولد من نوع مولد التيار المستمر ذو المغناطيس الدائم وهو عبارة عن قطبى مغناطيس دائم موضوع بينهما عضو الاستنتاج للمولد ويتصل به يد حتى يمكن تدوير عضو الاستنتاج يدويا وتزويد اليد بنوع من قرص التعشيق المنزلق حتى يمكن جعل سرعة المولد ثابتة وبالتالي يكون ضغطه ثابتاً عند استعماله على الرغم من سرعة اليد التى قد تكون متغيرة .

أما الأوممتر فيتركب كما ذكرنا سابقا كما فى شكل (٤ - ٩) والذي يوضح تركيب الأوممتر ويلاحظ توصيل ملفات التحكم مع مقاومة ملفات التحكم على التوازي بالمولد بينما توصل ملفات الانحراف مع مقاومة ملفات الانحراف على التوالى بالمقاومة المجهولة ، ويوضح شكل (٤ - ١٢) ذلك .

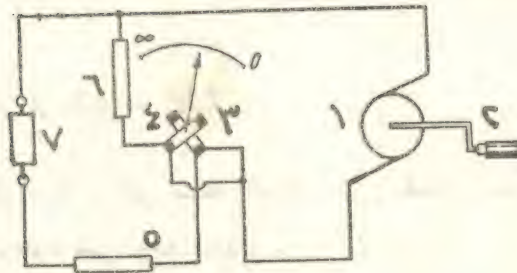
عند قياس مقاومة ما فانها توصل بأطراف الجهاز ، ويتم إدارة يد المولد ، فإذا كانت هذه المقاومة ذات قيمة صغيرة جداً فإنه يمر فى دائرة ملف الانحراف تيار كبير وفى هذه الحالة فإن عزم الانحراف الناتج عن ملف الانحراف يكون أكبر من عزم الانحراف الناتج عن ملف التحكم وبذلك يدور الملفان ويصل المؤشر إلى نقطة الصفر موضحاً أن قيمة المقاومة صغيرة جداً . أما عند فتح أطراف الجهاز فإن ضغط المولد الناتج عن إدارة يد المولد يمر تيار خلال ملف التحكم ولا يمرر تيار خلال ملف الانحراف لأن دائرته مفتوحة وعزم الدوران الناتج يجعل الجزء المتحرك للجهاز ومعه المؤشر على وضع ص وهذا يدل على أن قيمة المقاومة لا نهائية .

ويمتاز الميجر بسهولة الاستعمال والنقل وقوة التحمل ولا يعتمد فى عمله على أى منبع قدرة خارجى ، ويستعمل فى اختبار التوصيلات المنزلية وجودة العزل للآلات والأجهزة الكهربائية .

ويمكن الاستدلال على جودة العزل عند استعمال الجهاز فإذا وجد أن قراءته أكثر من ٠.٥ ميجا أوم دل ذلك على جودة العزل أما اذا كانت قراءته صفر أوم دل ذلك على وجود قصر .



شكل (٤ - ١١) جهاز الميجر .



شكل (٤ - ١٢) تركيب جهاز الميجر .

- ١ - مولد تيار مستمر
- ٢ - يد تدوير عضو استنتاج المولد
- ٣ - ملفات الانحراف
- ٤ - ملفات التحكم
- ٥ - مقاومة ملفات الانحراف
- ٦ - مقاومة ملفات التحكم
- ٧ - المقاومة المجهولة

ملحوظة : بقية اجزاء الاومترم مبينة بشكل (٤١)

جاء اسم أفومتر من اختصار الاسم Ammeter - Voltmeter - Ohmmeter

وبالتالى فهو جهاز شامل بجمع مايقوم به كل من جهاز الامبيرمتر والفولتمتر والافومتر وجهاز الافومتر يكون عادة من النوع ذو الملف المتحرك ومزدود بوحدات حتى يمكن استعماله مع التيار المتردد وبذلك فإن جهاز الافومتر يستعمل لقياس كل من الجهود والتيارات المستمرة والمتغيرة والمقاومات وهناك بعض الأجهزة يمكنها قياس سعة المكثفات وحث الملفات الخ .

ويمكن لبعض الأجهزة ان تعطى قراءة للجهد حتى ٥ كيلو فولت وقراءة للتيار حتى ١٥ امبير وقراءة للمقاومة حتى ٣٠ ميغا أوم وتزود الأجهزة من الداخل بمصهرات لحمايتها من حدوث أى خطأ .

ويوجد على وجه الجهاز مفتاح أو أكثر يمكن بواسطته وضع الجهاز على التدرج المناسب وعلى نوع القياس المطلوب ، وداخل الجهاز يوجد عدد من مجزئات التيار ومضاعفات الجهد ويمكن إدخال هذه المقاومات عن طريق مفتاح الجهاز .

وشكل (١ - ١) يوضح منظر خارجى لجهاز أفومتر من أجهزة البيان وشكل (١ - ٦) يوضح منظر خارجى لجهاز أفومتر من الأجهزة الرقمية وشكل (٤ - ١٣) يوضح دائرة جهاز أفومتر صغير .

وعند استخدام جهاز الأفومتر تراعى القواعد الآتية -

١ - عند استعمال الجهاز لأول مرة يراعى ضبط المؤشر على نقطة صفر التدرج وذلك عن طريق المسمار الخاص بذلك والموجود على وجه الجهاز .

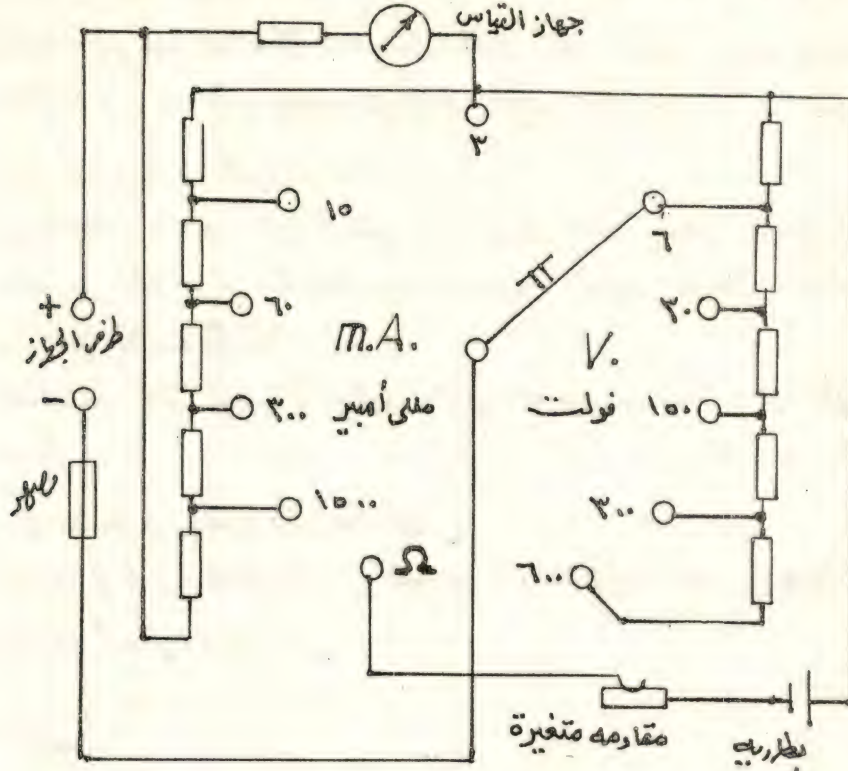
٢ - عند استعمال الأفومتر لقياس الجهد ضع مفتاح الجهاز على أعلى تدرج للجهد ثم صل طرفى الجهاز بالنقطتين المطلوب معرفه فرق الجهد بينهما فإذا ظهر أن قراءة الجهاز صغيرة قلل مدى القياس حتى تحصل على قراءة واضحة للمؤشر .

٣ - عند استعمال الجهاز لقياس شدة التيار نضع مفتاح الجهاز على أعلى تدرج للتيار ثم نصل الجهاز بالتوالى مع الدائرة فإذا ظهر أن قراءة الجهاز صغيرة قلل مدى القياس حتى تحصل على قراءة واضحة للمؤشر .

٤ - عند قياس مقاومة نضع مفتاح الجهاز على وضع المقاومة ثم نصل طرفى الجهاز بطرفى المقاومة وقبل بدء القياس يراعى الآتى -

أ - اضبط صفر تدريج المقاومة ، بتوصيل طرفى الجهاز ببعضهما ، فيتحرك المؤشر قريبا من نقطة الصفر ثم حرك المقاومة المتغيرة الخاصة بضبط صفر المقاومة لضبط المؤشر على وضع صفر المقاومة .

ب - عند قياس مقاومة بدائرة أى جهاز افصل الجهاز عن منبع القدرة حتى لا يتسبب التيار المار فى الجهاز فى تلف الأقومتر ، ثم افصل أحد طرفى المقاومة قبل البدء فى عملية القياس وذلك حتى لا يكون هناك مقاومة أخرى تتصل معها تؤثر على قراءة الأقومتر .



شكل (٤ - ١٣) دائرة جهاز الأقومتر .

ح - يجب عدم لمس المقاومة باليدين أثناء القياس وخصوصا فى حالة قياس مقاومات كبيرة القيمة وذلك لأن مقاومة جسم الانسان تؤثر على قراءة الأقومتر .

د - عند استعمال الأقومتر لاختبار موحد سليكون أو ثنائى جرمانيوم نضع المفتاح على أعلى تدريج للمقاومة ثم نصل طرفى الجهاز بطرفى الموحد فإذا كانت قراءة الجهاز كبيرة إعكس طرفى الجهاز فإذا كانت القراءة صغيرة كان الموحد سليما ، أما إذا كانت القراءة فى الحالتين صغيرة كان الموحد به قصر (تالف) وإذا كانت القراءة فى الحالتين كبيرة كان الموحد مفتوح وفى كلتا الحالتين الأخيرتين يجب إستبداله ويمتاز جهاز الأقومتر بسهولة الاستعمال وصغر الحجم وخفة الوزن وسهولة النقل من مكان لآخر ويستعمل بكثرة فى الحياة العملية فى عمليات الإصلاح والصيانة والاختبارات المعملية .

(٤ - ٧) جهاز الأمبيرومتر كمامة تركيبه - استخدامه

كما نعلم ان جهاز الأمبيرومتر يتصل بالتوالى مع منبع القدرة والحمل ومعنى هذا أن كل تيار الحمل يمر فى جهاز القياس ومن ذلك ترى أنه من المتعذر عمليا وبالأخص فى حالة الأحمال العالية ، حتى لو وصل مع الجهاز مجزئ تيار ، قياس شدة التيار ، ولذلك ابتكرت وسيلة يمكن بها قياس شدة هذه التيارات الكبيرة بدون فك الأسلاك والقضبان وهى الأمبيرومتر ذو الكمامة . ويستعمل فقط مع دوائر التيار المتغير .

التركيب : يتركب كما شكل (٤ - ١٤) الذى يوضح منظر خارجى لجهاز الأمبيرومتر ذو الكمامة وشكل (٤ - ١٥) الذى يوضح التركيب الداخلى للجهاز من -

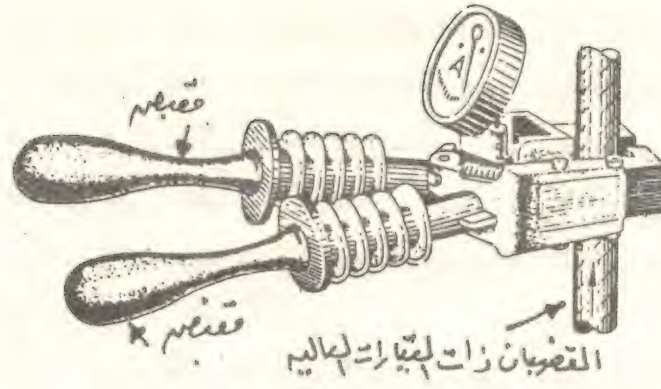
- ١ - جهاز أمبيرومتر من النوع ذو الملف المتحرك .
- ٢ - موحد معدنى لتوحيد التيار المتغير المستنتج فى الملف وتوصيله لجهاز القياس .
- ٣ - ملف من سلك ذو مساحة مقطع صغيرة معزول بالورنيش ويمثل ملف ثانوى لمحول تيار ملفوف حول الفك الثابت لكمامة .
- ٤ - كمامة من رقائق الصلب السليكونى العالى الجودة وهى تتركب من فكين يتصل كل فك بمقبض معزول
٤ - أ فك ثابت ٤ - ب فك متحرك .
- ٥ - يابى يتحكم فى رجوع فكى الكمامة .
- ٦ - الكابل أو السلك الحامل للتيار (القضبان ذات التيارات العالية) ويدخل بين فكى الجهاز ويمثل ملف ابتدائى لمحول تيار .

نظرية التشغيل

عند قياس التيار المتغير المار بموصل أو قضيب فإننا نضغط باليد لفتح الفكين ويدخل الموصل داخل فكى الكمامة بقوة الياى ، ولأن الموصل يحمل تيار متغير لذلك ينشأ عنه مجال مغناطيسى متغير أيضا يمر داخل رقائق فكى الكمامة .

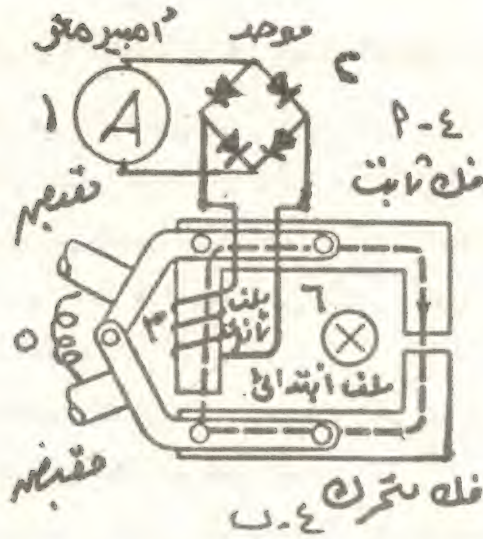
وهذا المجال يتناسب فى شدته مع شدة التيار المار بالموصل ، وهذا المجال المتغير يقطع ملفات الملف الموضوع على الفك الثابت ، فيتولد به قوة دافعة كهربية ينتج عنها مرور تيار داخل الملف يتم توحيدده بواسطة الموحدات الموجودة داخل الجهاز ، ثم يصل إلى الملف المتحرك لجهاز الأمبيرومتر فينحرف مؤشره بحيث يدل هذا الانحراف على قيمة التيار المتغير المار داخل الموصل ، وبهذه الطريقة يمكن قياس تيارات متغيرة تصل إلى ١٥٠٠ أمبير بدون الحاجة إلى فك الموصلات أو القضبان .

وعيوب هذا الجهاز هو أنه ذو درجة دقة منخفضة ، علاوة على استعماله لقياس التيار المتغير فقط .



منظر خارجى لجهاز الأمبيرومتر ذو الكماشة

شكل (١٤ - ٤)



التركيب الداخلى لجهاز الأمبيرومتر ذو الكماشة

شكل (١٥ - ٤)

(٨ - ٤) المجزىء والمضاعف

مجزئات التيار ومضاعفات الجهد :

من المعروف أنه يمكن قياس سلسلة من القيم المتباعدة للجهد أو التيار (أو كمية كهربائية) باستخدام جهاز قياس واحد ، غير أن دقة القياس تعتمد فى هذه الحالة على نوع الجهاز ودقته ، ومدى القياس الذى أختير ليلائم كل قيمة من هذه القيم المختلفة ، لأنه من الصعب أن يلائم نطاق واحد ، جميع القيم المتباعدة للجهد أو التيار .

فمن غير المعقول مثلاً أن نقيس جهداً قيمته ٥ فولت باستخدام فولتمترات مداها ٥٠٠ فولت ففى هذه الحالة تزيد نسبة الخطأ فى القياس بدرجة كبيرة جداً .

ومن الناحية العملية يوجد العديد من القيم المتباعدة للجهد أو التيار أو القدرة المراد قياسها . ولكن من الناحية الاقتصادية يصعب صناعة عدد هائل من أجهزة القياس ، تصلح لقياس كل هذه القيم ، وللتغلب على هذه المشاكل استحدثت وسائل يمكن بواسطتها إطالة مدى قياس هذه الأجهزة دون الحاجة إلى تغيير مكوناتها الداخلية ، بحيث يصلح الجهاز الواحد لقياس أكبر عدد من القيم المتباعدة فتصنع الأميرومترات مثلا بحيث يكون لها أكثر من مدى للقياس وإطالة مدى قياس الأجهزة نستخدم إحدى الوسائل الآتية :-

- ١ - مجزئات التيار (تصلح لكل من دوائر التيار المستمر والمتغير) .
- ٢ - مضاعفات الجهد (تصلح لكل من دوائر التيار المستمر والمتغير) .
- ٣ - محولات القياس (محولات الجهد والتيار وهي تصلح لدوائر التيار المتغير فقط) .

(٤ - ٨ - ١) مجزئات التيار واستخدامها في مضاعفة مدى الأميرومتر :

عند قياس شدة التيار المار في دائرة فإن جهاز الأميبر متر يوصل على التوالي مع هذه الدائرة كما في شكل (٤ - ١٦) وذلك حتى يكون تيار الدائرة هو التيار المار في الأميبر متر ، ويجب أن تكون المقاومة الداخلية للأميبر متر صغيرة وذلك حتى يكون هبوط الجهد في جهاز الأميبر متر صغيراً حتى لا يؤثر على جهد الدائرة وأيضاً لكي تكون القدرة المفقودة في الجهاز صغيرة (القدرة = مربع شدة التيار \times المقاومة) .

ويمكن جعل المقاومة الداخلية للأميبر متر صغيرة عن طريق جعل الملف بجهاز الأميبر متر مكون من عدد قليل من اللفات ومن سلك ذو مقطع سميك .

ويمكن استخدام جهاز أميبر متر بحيث يكون له أكثر من مدى للقياس وبدون تغيير مكوناته الداخلية بتوصيل مجزئات للتيار ، ويطلق اسم مجزئ التيار على تلك المقاومة ذات القيمة الصغيرة التي توصل على التوازي مع الأميبر متر لزيادة مدى قياسه وشكل (٤ - ١٧) يوضح مجزئ تيار حيث يوصل المجزئ على التوالي مع الدائرة وعلى التوازي مع الأميبر متر ويمكن حساب مقاومة المجزئ من العلاقة :-

$$م ج = \frac{د^2}{ن - ١} \quad (٤ - ٣)$$

حيث م ج = مقاومة المجزئ

م د = المقاومة الداخلية لجهاز الأميبر متر

ن = النسبة بين التيار المطلوب قياسه والتيار الأميبر متر

$$\frac{س}{س١}$$

مثال: إذا كان لدينا جهاز أمبير متر بملف متحرك يمكن أن يزود بمجزئتي تيار وكان مدى القياس بهذا الجهاز ١.٠ أمبير عند الانحراف الأقصى للمؤشر وكانت مقاومة ملفاته هي ٥ أوم أحسب قيمة مقاومة مجزئتي التيار الواجب توصيلها على التوازي بالجهاز لقياس تيار شدته ١٠٠ أمبير بنفس الجهاز.

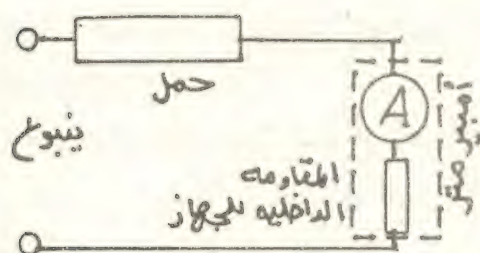
الحل: المعطيات س ١ = ١.٠ أمبير، م ٥ = ٥ أوم، س ١٠٠ = ١٠٠ أمبير

المطلوب م ح = ؟

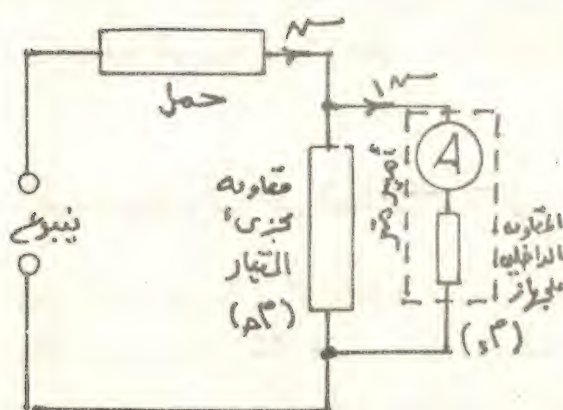
$$ن = \frac{س}{س} = \frac{١٠٠}{١} = ١٠٠$$

$$مقاومة المجزئتي = م ح = \frac{م ن}{ن - ١}$$

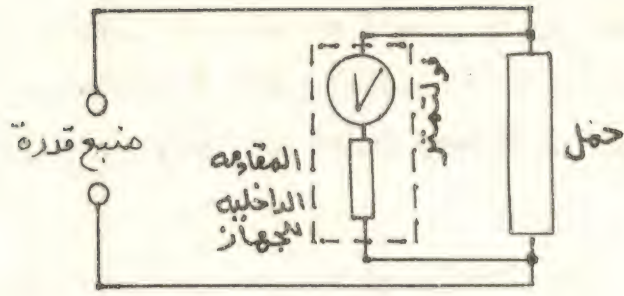
$$= \frac{٥}{١ - ١٠٠} = \frac{٥}{٩٩} = ٥٠٠٠٠ أوم تقريبا$$



شكل (٤ - ١٦)



شكل (٤ - ١٧)



شكل (٤ - ١٨)

تصنيع مجزئات التيار

تصنع مجزئات التيار من سبيكة المنجانيين وهى سبيكة تتكون من ٨٦ % نحاس ، ١٢ % منجنيز ، ٢ % نيكل وتتميز هذه السبيكة بصغر معامل المقاومة الحرارية لها ، الأمر الذى يساعد على ثبات مقدار المقاومة مع أجهزة القياس الكهربائية الدقيقة ومن المميزات الأخرى للمنجانيين انخفاض القوة الدافعة الكهربائية الحرارية التى تظهر عند تلامسه مع النحاس .

وتصنع مجزئات التيار على شكل قضبان لها زوجان من النهايات الزوج الأول يستخدم لدخول وخروج التيار من المجزئ ويطلق عليها نهايات التوالى . والزوج الثانى يستخدم لتوصيل جهاز الأمبير متر ويطلق عليها نهايات التوازي .

قد تتركب مجزئات التيار داخل جهاز الأمبير متر نفسه أو توصل مباشرة بنهايات جهاز الأمبير متر (فى حالة مجزئات تعمل حتى ٥٠ أمبير) أما مجزئات التيار الأكبر من ذلك فتوصل بجهاز الأمبير متر عن طريق أسلاك ولا يصح استخدام مجزئات تيار يمر بها أكثر من ١٠٠٠ أمبير لزيادة الفقد بها .

ومجزئات التيار الخارجية قد تكون خاصة بكل جهاز وقد يكون لها قيم عيارية وفى الحالة الأخيرة تستعمل هذه المجزئات مع أى جهاز بحيث يكون هذا المجزئ مناسباً لمدى القياس ، وتصنع المجزئات الخارجية ذات القيم العيارية بحيث يكون هبوط الضغط على طرفيها فى حدود ٧٥ ميلي فولت .

(٤ - ٨ - ٢) مضاعفات الجهد واستخدامها فى مضاعفة مدى فرق الجهد

عند قياس فرق الجهد بين نقطتين فى دائرة كهربائية فإن جهاز الفولتметр يوصل على التوازي مع هاتين النقطتين كما فى شكل (٤ - ١٨) وذلك حتى يكون فرق الجهد بين النقطتين هو نفسه فرق الجهد بين طرفى جهاز الفولتметр ويجب أن تكون المقاومة الداخلية لجهاز الفولتметр كبيرة وذلك حتى يكون التيار المار فيها صغير وبذلك تكون القدرة المفقودة فيها صغيرة ويمكن جعل هذه المقاومة كبيرة بلف الملف بالجهاز بعدد كبير من اللفات ومن سلك ذو مقطع رفيع .

ويمكن استخدام جهاز فولتметр بحيث يكون له أكثر من مدى للقياس وذلك باستعمال مضاعفات الجهد ويطلق اسم مضاعفات الجهد على المقاومة ذات القيمة الكبيرة التى توصل على التوالى مع الفولتметр لزيادة مدى قياسه . وشكل (٤ - ١٩) يوضح كيفية توصيل مضاعف الجهد على التوالى مع الفولتметр ويمكن حساب قيمة مضاعف الجهد من العلاقة :

$$M^2 = M \cdot R \quad (٤ - ١) \quad \text{.....} \quad (٤ - ٤)$$

حيث $M^2 =$ مقاومة مضاعف الجهد

$M \cdot R =$ المقاومة الداخلية لجهاز الفولتметр

$E =$ النسبة بين الضغط المطلوب قياسه وضبط الجهاز .

$$\frac{V}{V_1} =$$

مثال ٢ : جهاز قياس بملف متحرك مقاومة ملفاته ٥٠٠ أوم أقصى انحراف فيه يتم عند قياس فرق جهد قيمته ١٠٠ ميلي فولت . لإوجد قيمة المقاومة المضاعفة المطلوب توصيلها على التوالى بالجهاز حتى يمكن بواسطته قراءة فرق جهد بين نقطتين فى دائرة كهربائية تصل قيمته إلى ٦ فولت .

الحل : المعطيات $V = 6$ فولت ، $M = 500$ أوم ، $V_1 = 100$ ميلي فولت المطلوب $M \cdot R = ?$

$$E = \frac{V}{V_1} = \frac{6 \text{ فولت}}{100 \text{ فولت}} = 0.06$$

مقاومة مضاعف الجهد $M^2 = M \cdot R \quad (٤ - ١) \quad 500 = (١ - 0.06)$

$$= 500 \times 0.94 = 470000$$

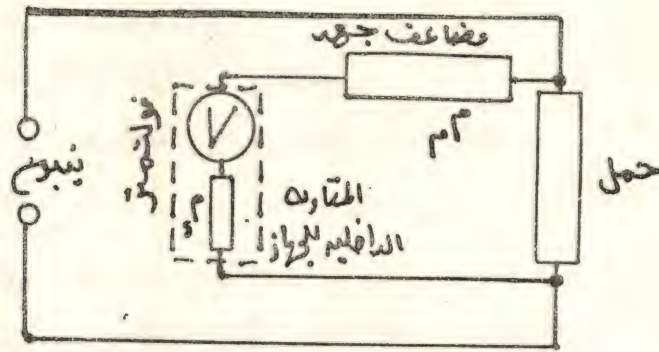
$$= 470 \text{ كيلو اوم}$$

تصنيع مضاعفات الجهد :

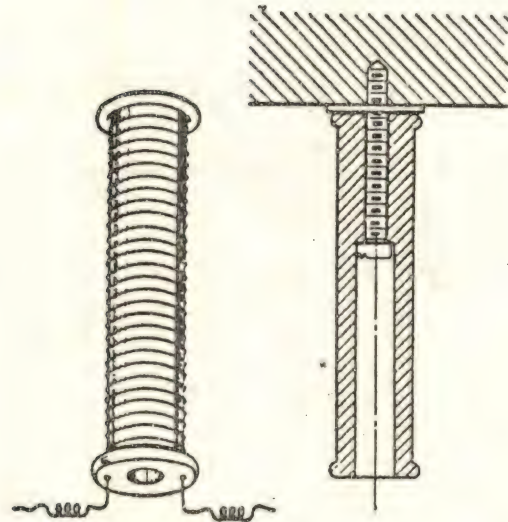
تصنع المقاومات المضاعفة عادة من المنجانيين إذ يلف بسلك معزول من المنجانيين على بكرات أو ألواح مصنوعة من مادة عازلة (مثل الخزف واللدائن أو الميكا أو الصينى) كما هو مبين بشكل (٤ - ٢٠) وتصنع المقاومات المستخدمة فى دوائر التيار المستمر من ملفات فردية .

أما المقاومات المضاعفة المستخدمة فى دوائر التيار المتغير فتصنع من ملفات ثنائية للحصول على مقاومة غير حثيه حتى لاتتأثر دقة الجهاز بتغير التردد وتكون مقاومة مضاعفة الجهد أما من الطراز الداخلى أو الطراز الخارجى .

ويوضع مضاعف الجهد فى مؤخرة الجهاز بمعزل خاص بحيث لا تؤثر المجالات المغناطيسية الناتجة منه على قراءة الجهاز أما مضاعفات الجهد الخارجية فتصنع كملحقات مستقلة توضع فى صندوق منفصل وتكون مضاعفات الجهد عيارية عامة يمكن استخدامها مع أى جهاز، وإما تكون مضاعفات الجهد خاصة تحت معايرتها مع الأجهزة المستخدمة معها فقط ولا يصح استخدامها مع أى أجهزة أخرى.



شكل (٤ - ١٩)



شكل (٤ - ٢٠)

ملخص لأهم عناصر الباب الرابع

- الجلفانومتر ، جهاز يستخدم لقياس شدة التيار أو الجهد أو أية كمية كهربائية ذات قيمة متناهية فى الصفر .
- قنطرة وينستون ، تستخدم لتعيين مقاومة مجهولة .
- الأمبيرمتر ، هو جهاز القياس الذى يوصل بالتوالى بالدائرة الكهربائية لقياس شدة التيار .
- جهاز الأمتر ، هو جهاز لقياس المقاومة قياسا مباشرا بواسطة مؤشر يتحرك على مقياس مدرج بالأموم .
- جهاز الميجر (الميجا أمومتر) ، هو جهاز لقياس المقاومات الكبيرة التى تقدر قيمتها بالميجا أموم كما يستعمل لاختبار مقاومات العزل للدوائر الكهربائية المختلفة .
- جهاز الاقومتر ، هو جهاز لقياس كل من الضغوط والتيارات المستمرة والمتردة والمقاومات .
- جهاز الأمبير متر كماشة ، جهاز لقياس شدة التيارات الكبيرة بدون فك الأسلاك والقضبان ويستعمل فقط مع دوائر التيار المتردد .
- مجزئ التيار ، هى مقاومة ذات قيمة صغيرة توصل على التوازي مع الأمبير متر لزيادة مدى قياسه .
- مضاعف الجهد ، هى المقاومة ذات القيمة الكبيرة التى توصل على التوالى مع الفولتمتر لزيادة مدى قياسه .

أسئلة للمراجعة

- ١- اكمل العبارات الآتية بالكلمات المناسبة :-
 - أ- جهاز يستخدم لقياس شدة التيار أو الجهد أو كميته كهربائية متناهية في الصغر .
 - ب- الأمبيرمتر هو جهاز القياس الذي يوصل بالدائرة الكهربية لقياس
 - ج- هو جهاز لقياس كل من الضغوط والتيارات المستمرة والمتغيرة والمقاومات .
 - د- مجزئ التيار هي ذات القيمة التي توصل على مع لزيادة مدى قياسه .
- ٢- ضع علامة (✓) أمام العبارات الصحيحة وعلامة (x) أمام العبارات الخطأ ثم صحح العبارات الخطأ .
 - أ- الفولتمتر هو جهاز القياس الذي يوصل بالتوالي بالدائرة الكهربية لقياس شدة التيار .
 - ب- الأومترمتر هو جهاز لقياس المقاومة قياسا مباشرا بالأوم .
 - ج- جهاز الأمبيرمتر كماشة هو جهاز لقياس شدة التيارات الكبيرة في دوائر التيار المتغير .
 - د- مضاعف الجهد هي المقاومة ذات القيمة الصغيرة التي توصل على التوالي مع الأمبيرمتر لزيادة مدى قياسه .
- ٣- الشكل (٤ - ١٥) يوضح تركيب جهاز الأمبيرومتري كماشة والمطلوب :-
 - أ- كتابة أسماء الأجزاء المرقمة بالشكل .
 - ب- نظرية التشغيل .
 - ٤- ماهي استعمالات الجلفانومترات ؟
 - ٥- الشكل (٤ - ١) يوضح تركيب جهاز جلفانومتري والمطلوب :-
 - أ- كتابة أسماء الأجزاء المرقمة بالشكل .
 - ب- نظرية التشغيل .
 - ٦- ارسم كوبري وينستون ثم أذكر :-
 - أ- استخدامهما .
 - ب- تركيبها .
 - ج- أكتب القانون المستخدم في ذلك .

٧ - مقاومات الأذرع فى قنطرة وينستون مأخوذة فى ترتيب دائرى هى ١٠٠٠ ، ١٠ ، ٣٠٠ ، س أوم وقد شوهد أن جهاز الجلفانومتر يقرأ صفراً ، احسب قيمه المقاومة س .

٨ - علل كلا مما يأتى :

أ - صغر المقاومة الداخلية لجهاز الأمبير متر .

ب - كبر المقاومة الداخلية لجهاز فولت متر .

٩ - إرسم دائرة بها ينبوع كهربى وحمل متصل بها جهاز أمبير متر لقياس شدة التيار وجهاز فولت متر لقياس فرق الجهد بين طرفى الحمل .

١٠ - إرسم شكل توضيحى يوضح تركيب جهاز الأومتر مع بيان كيفية عمله وتركيبه .

١١ - إرسم شكل توضيحى يوضح تركيب جهاز الميجر مع بيان كيفية عمله .

١٢ - عند استعمال جهاز الميجر اذكر دلالة كل من :

أ - قراءته أكثر من ٥٠ ميجا أوم .

ب - قراءته صفر أوم :

١٣ - ماهى القواعد الواجب مراعاتها عند استخدام جهاز الأفومتر .

١٤ - كيف يمكن استعمال جهاز الأفومتر لاختبار موحد سليكون أو ثنائى جرمانيوم ؟

١٥ - ماهى مميزات جهاز الأفومتر ؟

١٦ - اذكر مع الرسم كيف يمكن استخدام أجهزة القياس بحيث يكون لها أكثر من مدى قياس .

أ - أمبير متر .

ب - فولت متر .

١٧ - إذا كان لدينا جهاز أمبير متر بملف متحرك يمكن ان يزود بمجزىء تيار وكان مدى

القياس بهذا الجهاز ٥٠ أمبير عند الانحراف الأقصى للمؤشر ، وكانت مقاومة ملفاته هى ١٠ أوم . احسب قيمه مقاومة مجزىء التيار الواجب توصيلها على التوازي بالجهاز لقياس تيار شدته ٥٠ أمبير .

١٨ - جهاز قياس بملف متحرك مقاومة ملفاته ٣٠٠٠ أوم وأقصى إنحراف فيه يتم عند قياس فرق

جهد قيمته ٥٠ فولت . إوجد قيمه المقاومة المضاعفة المطلوب توصيلها على التوالى بالجهاز حتى يمكن بواسطته قراءة فرق جهد بين نقطتين فى دائرة كهربية تصل قيمته الى ٢٥٠ فولت .

١٩ - أذكر السبيكة التى يصنع منها كل من مجزىء التيار ومضاعف الجهد وماهى مميزاتها .

قائمة المراجع المستعان بها

اولا : المراجع العربية :

- ١ - موسوعة التكنولوجيا ، الأجهزة وكيف تعمل ؟ دار المعارف .
- ٢ - القياسات وأجهزة القياس الكهربائية . الأسس التكنولوجية .
- ٣ - د . منصور محمد حسب النبی ، الكهربائية والمغناطيسية لطلاب الجامعات والمعاهد العليا .
- ٤ - ولهم بلاتسهايم . ترجمة د . مصطفى المرعشلى . الآلات وأجهزة القياس الكهربائية .
- ٥ - كاساتكين ترجمة د . رأفت القوصى . مبادئ الهندسة الكهربائية .
- ٦ - هاينزجراف ، التركيبات الكهربائية . الأسس التكنولوجية .
- ٧ - هاينزجراف ، أساسيات الهندسة الكهربائية جزء أول الأسس التكنولوجية .
- ٨ - هاينزجراف ، أساسيات الهندسة الكهربائية جزء ثان الأسس التكنولوجية .

ثانيا : المراجع الاجنبية :

- 1 -- V. Popov : Electrical Measurements .
- 2 -- N. Iivshits, B. teleshevsky : Radio Measurements .
- 3 -- E. W. Golding Electrical Measurements and Measuring Instruments
- 4 -- Rolf A. Mayer : Technical Mathematics For the Electric Trade .
- 5 -- H. Cotton : Electrical Technology .
- 6 -- M. Kuznesov : Fundamentals of Electrical Engineering .
- 7 -- B. m. Tareev : Materials For Electrical Engineering .

الفهرس

رقم الصفحة

الموضوع

٣	المقدمة
٧	الباب الأول : أنواع أجهزة القياس
٩	١-١ مقدمة عن أجهزة القياس والوحدات المستخدمة في القياس
١١	١-٢ تصنيف أجهزة القياس طبقاً لطرق اظهار القراءات
١٥	١-٣ الخواص الأساسية لأجهزة القياس
١٧	١-٤ ملخص لأهم عناصر الباب الأول
١٧	١-٥ أسئلة للمراجعة
١٩	الباب الثاني : دقة أجهزة القياس
٢١	٢-١ الخطأ في قراءة أجهزة القياس
٢١	٢-٢ أنواع الخطأ في قراءة أجهزة القياس
٢٣	٢-٣ دقة أجهزة القياس (دقة القياس)
٢٣	٢-٤ أسباب الأخطاء في أجهزة القياس
٢٥	٢-٥ رموز أجهزة القياس
٢٦	٢-٦ ملخص لأهم عناصر الباب الثاني
٢٧	٢-٧ أسئلة للمراجعة
٢٨	الباب الثالث : آلية الحركة في جهاز القياس
٣٥	٣-١ الأسس الكهربائية لتشغيل أجهزة القياس
٤١	٣-٢ الأسس الميكانيكية لتشغيل أجهزة القياس
٤١	٣-٣ عوامل الجودة لأجهزة القياس
٤٥	٣-٤ مكونات الأجزاء الرئيسية لأجهزة القياس
٤٨	٣-٥ جهاز القياس الحرارى
٥٢	٣-٦ جهاز القياس ذو القلب الحديدى المتحرك
٥٦	٣-٧ جهاز القياس ذو الملف المتحرك
٥٩	٣-٨ جهاز القياس الحثى
٦١	٣-٩ جهاز القياس الامتاكى
٦١	٣-١٠ ملخص لأهم عناصر الباب الثالث
٦٣	٣-١١ أسئلة الباب الثالث
٦٧	الباب الرابع : أجهزة القياس الكهربائية
٦٩	٤-١ جهاز الجلفانومتر توصيله واستخدامه فى قنطرة ونستون
٧٢	٤-٢ جهاز الامبيرومتر توصيله واستخدامه
٧٤	٤-٣ جهاز الفولتميتر توصيله واستخدامه
٧٦	٤-٤ جهاز الاومتر توصيله واستخدامه
٧٦	٤-٥ جهاز قياس القدرة (الواتميتر)
٧٨	٤-٦ جهاز الميجر تركيبه - توصيله - استخدامه
٨٢	٤-٧ جهاز الامبيرومتر كماشة تركيبه واستخدامه
٨٣	٤-٨ المجزىء والمضاعف
٨٤	٤-٨-١ مجزئات التيار واستخدامها فى مضاعفة مدى الامبيرومتر
٨٦	٤-٨-٢ مضاعفات الجهد واستخدامها فى مضاعفة مدى فرق الجهد
٨٩	٤-٩ ملخص لأهم عناصر الباب الرابع
٩٠	٤-١٠ أسئلة للمراجعة
٩٢	المراجع العربية - المراجعة الاجنبية

1. The first thing I noticed when I stepped
 out of the plane was the fresh air. It felt like
 a breath of life after being cooped up in the
 cabin for hours. The sun was shining brightly,
 and the birds were chirping in the trees.
 I took a deep breath and smiled. This was
 my chance to escape the city and enjoy the
 beauty of nature. I walked along the path,
 feeling the grass under my feet. The flowers
 were in full bloom, and the colors were
 vibrant. I saw a small stream flowing
 through the forest. The water was clear and
 cool. I sat on the bank and watched the
 fish jump out of the water. It was so
 peaceful here. I had found a perfect spot
 to relax and recharge.

رقم الايداع ٩٢ / ٩٣٩٨
الترقيم الدولي ٥ - ٦٣٣٩ - ٠٦ - ٩٧٧ ISBN

مؤسسة دار التعاون للطبع والنشر

- العلم هو الوسيلة الوحيدة التي يرتفع بها شأن الانسان الى مراتب الكرامة والشرف.
- نحن أمة لها مستقبل ... بعقول أبنائها وقوة سواعدهم.
- التدخين عادة سيئة، تدمر الصحة، وتبدد المال.
- من دعائم الديمقراطية أن تعبر عن رأيك في حرية تامة، وتحترم أيضاً حرية الآخرين في التعبير عن آرائهم.
- ليس بالحفظ والاستظهار تحظى بالتفوق ... ولكن بالفهم والتحليل والتطبيق تزداد معارفك، وتنمو قدراتك.
- نظافة البيئة وحفظها من التلوث، مسئوليتنا جميعاً، وواجهة حضارتنا العريقة.
- المحافظة على الأجهزة والآلات في موقع عملك ... واجب ديني وقومي قبل أن يكون من واجبات المهنة.
- الحرص والتأكد من استعمال الآلات بصورة صحيحة ... تقيك من مخاطر العمل.
- لا تترك الماكينة بدون ملاحظة أثناء عملها ... واحترس من تنظيفها أثناء دورانها.
- قوة الملاحظة والانتباه وسرعة البديهة ... تجنبك الأخطاء والاختار قبل الوقوع فيها.
- تتحقق لك السلامة والأمان بالتدريب الجيد وتنفيذ تعليمات الأمن الصناعي.

طبعة ١٩٩٣ - ١٩٩٤م